الجمهورية العربية السورية
وزارة التربية
المركز الوطني لتطوير المناهج التربوية

الكيمياء

الصف الثاني الثانوي العلمي

العام الدراسي: 2021–2022م

المؤلفون

فئة من المختصين

حقــوق التأليــف والنشــر محفوظــة لــوزارة التربيــة فــي
الجمهوريــة العربيــة الســورية
حقوق الطبع والتوزيع محفوظة للمؤسسة العامة للطباعة

طبع أول مرة للعام الدراسي 2019/2018

المقدمة

نقدّم للمتعلّمين الأعزّاء كتاب الكيمياء المبنيّ وفق الإطار العام للمنهاج الوطني ووثيقة المعايير الوطنيّة المطوّرة، والّتي تهدف إلى مواكبة التطوّرات الحاليّة، وتقديم منهاج قائم على البحث العلمي والتجريب يلبّي آمال المتعلّمين من جهةٍ، ومتطلباّت سوق العمل والمجتمع المحلّي من جهةٍ أخرى.

يشهد العالم ثورةً معرفيّةً يرافقها تسارعٌ في إنتاج المعرفة وانتشارها وتطوّر التّقانات المستخدمة إضافةً إلى سرعة التغيّرات في مجالات الحياة كلّها.

لذلك وجب ربط المنهاج بالحياة اليوميّة للمتعلّم وبيئته، ومواكبة المستجدّات العلميّة والتّقنيّة الّتي سيكون لها الأثر الفعّال في تنمية شخصية المتعلّم من النّاحيتين الفكريّة والجسديّة، وهذا ما يسمح له بالتكامل مع متطلّبات الحياة المعاصرة، والمساهمة في التّنمية الوطنيّة المستدامة.

يخاطب المحتوى العلمي المتعلّم بوصفه محور العمليّة التّربويّة، ويشجّعه على التّعلم الذّاتي، حيث صيغت موضوعات الكتاب بأسلوب علمي مبسّط وواضح لتناسب النّمو العقلي والعمري للمتعلّم وتثير دافعيته. كما يرتكز المحتوى على المعارف والمهارات بعيداً عن الحشو والتّكرار، ويمكّن المتعلّم من مواجهة المشكلات الّتي يتعرّض لها في حياته اليوميّة، وإيجاد الأساليب المناسبة لحلّها، وكذلك يحفز المتعلّم على اكتساب مهارات التّواصل والتّفكير والبحث والاستنتاج بدلاً من تلقّي المعلومات وحفظها واستظهارها، كما يؤكّد المحتوى على دور المعلّم بوصفه موجّهاً للمناقشة، وميسّراً للعلم والعمل.
وكلُّنا أملٌ وثقة أن يحقّق زملاؤنا المعلّمون ما نصبو إليه.

فريق التّأليف

الفهرس

الوحدة الأولى:

1 الأكسدة والإرجاع 6

2 الزوج الهدروجيني 19

3 الخلية الغلفانية 28

4 الخلايا الكهربائية 42

5 التحليل الكهربائي 53

6 المُعايَرة الحجميَّة بطريقةِ تَفاعُل الأكسدة والإرجاع 62

الوحدة الثانية:

1 الكيمياء الحرارية 74

الوحدة الثالثة:

2 الكيمياء العضوية 100

3 المركبات الهدروكربونية 107

4 الألكِنات 117

5 الألكينات 126

6 النفط والغاز الطبيعي 134

الوحدة الرابعة

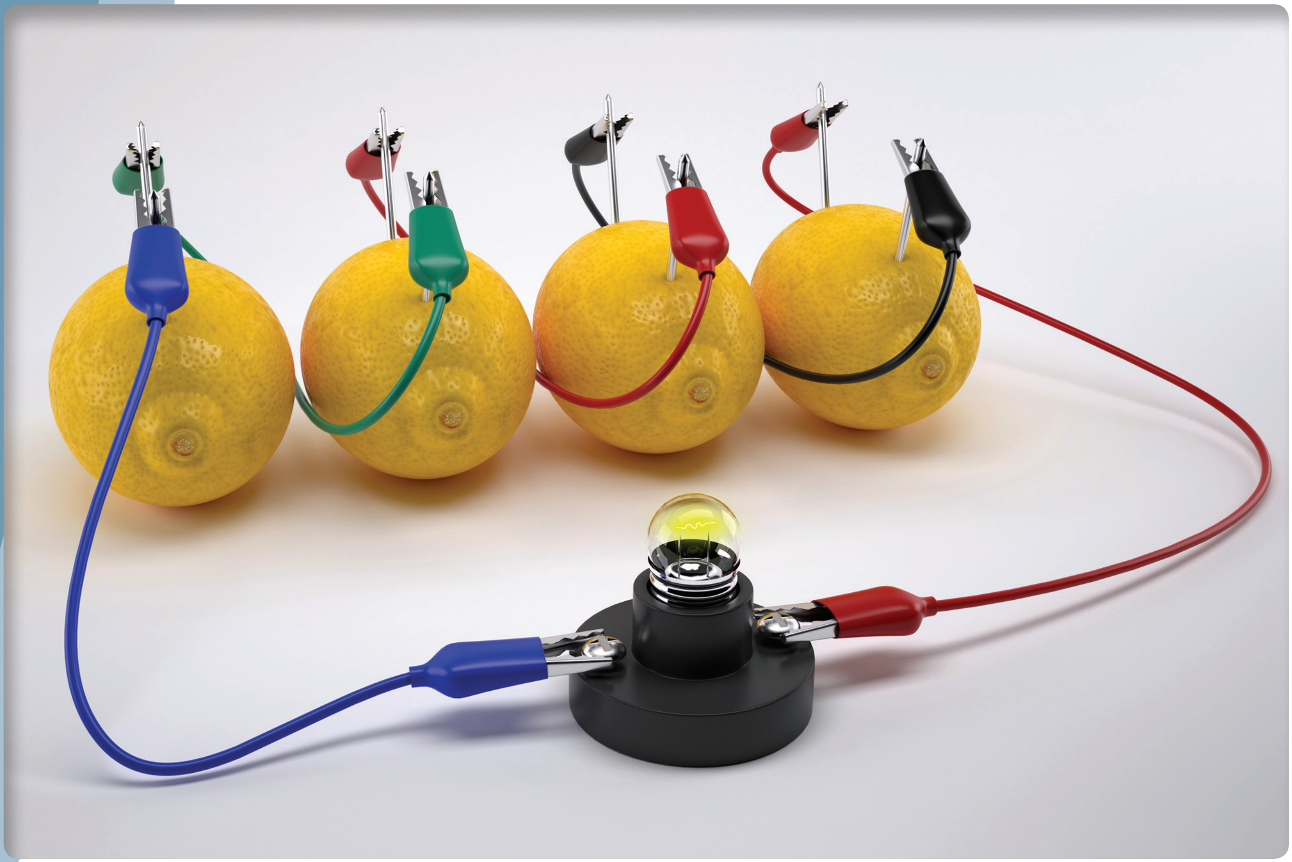
1 الصناعات والتعدين 142

2 المعادن والسبائك 155

الوحدة الأولى
الكيمياء الكهربائية

الأهداف العامة للوحدة :

- يَستنتجُ من خلالِ التّجاربِ التّفاعُلاتِ بينَ المعادن والأيُونات.
- يَفهمُ عمليّةَ الأكسدة والإرجاع وفقَ مفهومِ تغيُّر رقم التَّأكسُد.
- يَتعرَّفُ كيفيّةَ تحضيرِ مَحلولٍ.
- يَفهمُ الزّوجَ الهدروجيني $H_2/2H^+$.
- يَتعرَّفُ المُعايَرة الحجميَّة بطريقة (أكسدة / إرجاع).
- يَتعرَّفُ الخلايا الكهربائيّة.
- يَفهمُ ظاهرةَ التّحليل الكهربائيّ.



1 الأكسدة والإرجاع

الأهداف:

* يَتعرَّف التّفاعُل بينَ معدنٍ وأيُون معدن.
* يَتعرَّف العامل المُؤكسد والعامل المُرجع.
* يُحدِّد عمليّتَي الأكسدة والإرجاع.
* يَستنتج الثنائيةَ (M/M^{n+}).
* يَفهم السلسلةَ الكهركيميائيّة للأزواج المعدنية.
* يُحدِّد رقمَ الأكسدة.
* يَستخدم تغيُّرَ رقم الأكسدة في تحديد تَفاعُل الأكسدة وتَفاعُل الإرجاع.
* يوازِن تفاعُلاتِ الأكسدة والإرجاع في وسطٍ (حمضيّ – أساسيّ).

الكلمات المفتاحية:

* أكسدة.
* إرجاع.
* مُؤكسِد.
* مُرجِع.
* الزّوج الأيوني المعدنيّ.
* السّلسلة الكهركيميائيّة.
* رقم الأكسدة.

يعتمدُ إطلاقُ بعضَ الصّواريخ الحامِلة للسُّفن والأقمار الصنعية على احتراق الوقود، الذي يُعتبَر نوعاً من أنواع التّفاعُلات الكيميائيّة، ماهي برأيك؟

أجرب وأستنتج:

تجربة:

الموادُ والأدواتُ اللّازمة:

صفيحة من الحديد – صفيحة من الزنك – محلول كبريتات النحاس II – محلول كبريتات الحديد II – كأس زجاجي /بيشر/ عدد 2.

خطوات التّجربة:

1. أضَعُ صفيحةَ الحديد في محلولِ كبريتات النّحاس II، وأنتظرُ فترةً مُناسِبة من الزّمن، ماذا ألاحِظ؟

2. أضَعُ صفيحةَ الزّنك في محلول كبريتات الحديد II ، وأنتظرُ فترةً مناسِبة من الزّمن، ماذا ألاحظ؟

3. أضَعُ صفيحةً من النّحاس في محلولِ كبريتاتِ الزّنك، وأنتظرُ فترةً زمنيّة مُناسبة، ماذا ألاحِظ؟

أتساءَلُ:

ما سببُ زوالِ اللّون الأزرق وظهور اللّون الأخضر في الخطوة 1؟

ما سببُ زوالِ اللّونِ الأخضر في الخطوة 2؟

في الخطوة 1:

- تتأكسَّدُ ذرّاتُ الحديد إلى أيُونات الحديد II ذات اللّون الأخضر وفقَ المُعادلة:

$$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

- تُرجع أيُونات النّحاس II زرقاء اللّون في المحلول باكتسابها الإلكترونات المُتحرِّرة من الحديد، وتترسَّب ذراتُ النّحاس وفقَ المعادلة:

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

أستنتجُ: يقومُ الحديد بدور مُرجع, وأيُونات النّحاس بدور مُؤكسِد.

في الخطوة 2:

- تتأكسّد ذرّاتُ الزّنك إلى أيُونات الزنك عديمة اللّون وفقَ المُعادَلة:

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

- تُرجع أيُونات الحديد II إلى ذرّات الحديد باكتسابها الإلكترونات المُتحرِّرة من الزّنك وفق المعادلة:

$$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$$

أستنتجُ: تقومُ أيُونات الحديد II بدور المُؤكسد, والزّنك بدور المُرجع.

بالمُقارَنة بينَ الخطوتَين يقومُ الحديد بدور المُرجع، وأيُوناته بدور المُؤكسِد Fe/Fe^{2+}.
يُسمّى الزوجُ (أيُون المعدن /المعدن) بالزّوج مؤكسد/مرجع، ويُعبَّر عنه بالشّكل M/M^{n+}

في الخطوة 3

- لا يحصلُ أيُّ تغيُّر على صفيحة النّحاس، أو على لون المَحلول.

أستنتجُ: النّحاس غيرُ قادرٍ على إرجاع أيُون الزّنك.

وبتجاربٍ مُمّاثلة تمَّ التوصُّل إلى ترتيبِ بعض العناصر في سلسلةٍ تبعاً لنشاطِها الكهركيميائيّ.

نصف التفاعل

زيادة قوة العامل المؤكسد ↓

زيادة قوة العامل المرجع ↑

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$$
$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$$
$$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Cr_{(s)}$$
$$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$$
$$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cd_{(s)}$$
$$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)}$$
$$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)}$$
$$2H^{+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$
$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$
$$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)}$$
$$Br_{2(l)} + 2e^- \longrightarrow 2Br^-_{(aq)}$$
$$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$$
$$F_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2F^-_{(aq)}$$

(1–1) جدولٌ يُبيِّنُ ازدياد قوّة العامل المُؤكسِد والعامل المُرجِع للأزواج

نشاط (1):

حدّد الزوجَين (مُؤكسِد/ مُرجِع) للتفاعُل الآتي:

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

تطبيق (1):

لديك الزوجان المعدنيّان (Zn/Zn^{2+}) , (Fe/Fe^{2+}) . **المطلوب:**

1. اكتبْ نصفَي تَفاعُلَي الأكسدة والإرجاع المُعبّرَين عن تَفاعُلَي الزّوجَين السّابقين، ثمّ حدِّد العامِل المُؤكسِد والعامل المُرجِع.
2. استنتجْ مُعادَلة التّفاعُل الكلّيّ الحاصِل.

الحلّ:

1. بالاعتماد على السّلسلة الكهركيميائيّة في الجدول (1–1) نلاحظُ أنّ:
الزّنك أكثرُ قدرةً إرجاعيّةً من الحديد، لذلك يتأكسدُ ويقومُ بدور العامِل المُرجِع:

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$ (نصف تَفاعُل أكسدة)

تُرجعُ أيُونات الحديد II وتقومُ بدورِ العاملِ المُؤكسِد:

$$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$$ (نصف تَفاعُل إرجاع)

2. بجمعِ المُعادَلتَين السّابقتَين نحصلُ على التّفاعُل الكليِّ للأكسدةِ والإرجاع:

$$Zn + Fe^{2+} \longrightarrow Fe + Zn^{2+}$$

نشاط (2):

لديك الزوجان المعدنيّان (Ag/Ag^{+})، (Al/Al^{3+}) المطلوب:

1. اكتب نصفَي تَفاعُلَي الأكسدة والإرجاع المُعبِّرَين عن تَفاعُلَي الزوجَين السابِقَين، ثمَّ حدِّدِ العامِلَ المُؤكسِد والعامِلَ المُرجِع.
2. استنتجْ مُعادَلَةَ التّفاعُل الكلّيّ الحاصِل.

الأكسدةُ والإرجاعُ وفقَ مفهومِ رقمِ الأكسدة

رقمُ الأكسدة: هو عددُ الشّحنات الكهربائيّة التي تحملُها ذرّةُ عنصرٍ ما في المُركَّباتِ الأيُونيَّة والمُشترَكة.

قواعدُ حسابِ رقم الأكسدة:

نشاط (3):

ألاحِظ الجداولَ الآتيةَ وأستنتجُ:

رمزُ العنصر الحُرّ	S_8	O_2	Cl_2	H_2	Cu	Ag	Na
رقمُ الأكسدة	0	0	0	0	0	0	0

رقم أكسدة العنصر الحُرّ يساوي الصفر.

رمزُ الأيُون البسيط	Cl^{-}	Na^{+}	Ca^{2+}	Al^{3+}	S^{2-}	O^{2-}
رقمُ الأكسدة	-1	+1	+2	+3	-2	-2

رقمُ أكسدة الأيُون البسيط يساوي المِقدار الجبريّ لشحنتِه.

صيغةُ المُركَّب	$FeCl_3$	CaF_2	K_2CO_3	$Mg_3(PO_4)_2$
رقمُ أكسدة المعدن	+3	+2	+1	+2

رقم أكسدة معدن في مركباته يساوي قيمة تكافؤه مسبوقاً بإشارة (+).

صيغةُ المُركّب	H_2SO_4	$NaBrO_3$	NO_2	H_2O
مجموعُ أرقام أكسدة عناصر المُركَّب	0	0	0	0

مجموعُ أرقامِ أكسدةِ العناصِر في مركَّبٍ يساوي صفر.

صيغةُ الأيُون المركّب	NO_3^-	NH_4^+	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}
رقمُ أكسدة الأيُون	-1	+1	-3	-2

مجموعُ أرقام أكسدة العناصر في أيُون مُركّب يساوي مِقدارَ شحنته.

صيغةُ مُركَّب يحوي الهدروجين	HF	H_2S	KH	LiH
رقمُ أكسدة الهدروجين	+1	+1	-1	-1

رقمُ أكسدة الهدروجين في مركّباته (+1), عدا هدريدات المعادن (−1).

صيغةُ مركّب يحوي الأكسجين	H_2O	H_2O_2	KO_2	OF_2
رقمُ أكسدة الأكسجين	-2	-1	$-\frac{1}{2}$	+2

رقمُ أكسدةِ الأكسجين في مُركَّباته (−2), عدا فوق الأكاسيد (−1), وأعلى الأكاسيد (سوبر أكاسيد) $(-\frac{1}{2})$, ومع الفلور يأخذ (+2)

تطبيق (2):

احسبْ رقمَ أكسدة العنصر الذي تحتَه خطّ:

$\underline{Mn}\,O_4^-$

$x + 4(-2) = -1$

$\Rightarrow x - 8 = -1$

$x = +7$

$Mg\underline{Cl_2}$

$+2 + 2x = 0$

$2x = -2$

$\Rightarrow x = -1$

نشاط (4):

احسبْ رقمَ الأكسدة لذرّة الكبريت في كلٍّ من المُركّبات الآتية:

SO_2	H_2S	H_2SO_4

مفهومُ الأكسدة والإرجاع وفقَ تغيّر رقم الأكسدة

نشاط (5):

في تَفاعُلِ الأكسدة والإرجاع الآتي:

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$$

- أُحدِّدُ نصفَي تَفاعُلِ الأكسدة والإرجاع، ثمَّ أُحدِّدُ تغيُّرَ رقم أكسدة كلٍّ من الزّنك والنّحاس.

(نصف تَفاعُل أكسدة) $Zn^{0} \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$

يزدادُ رقمُ الأكسدة بمِقدار (2) أي: $2 = 0 - 2$.

(نصف تَفاعُل إرجاع) $Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{0}$

ينقصُ رقم الأكسدة بمِقدار (2) أي: $-2 = 2 - 0$

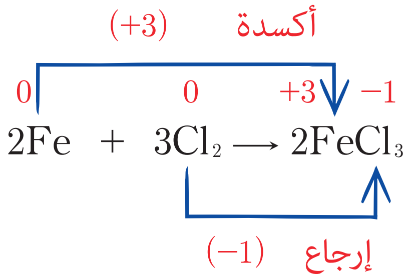
أستنتج:

- يزدادُ رقمُ أكسدة العنصر في نصف تَفاعُل الأكسدة.
- ينقصُ رقمُ أكسدة العنصر في نصف تَفاعُل الإرجاع.
- يزدادُ رقمُ أكسدة العامِل المُرجع.
- ينقصُ رقمُ أكسدة العامِل المؤكسِد.

تطبيق (3):

أحدِّدُ نصفَي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع, وفقَ مفهومِ تغيُّر رقم الأكسدة في التّفاعُل الآتي:

$$2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$



إثراء:

يتأكسدُ الحديد بأكسجين الهواء فيتشكّلُ ما يُعرَفُ بالصّدأ، وهذه العمليّة غيرُ مرغوبٍ بها لأنَّها تؤدّي معَ الوقت لتآكُل الحديد وتلفِ بنيتِه. بينَما في بعض المعادن مثلَ الألمنيوم فالأكسدةُ تؤدّي لتشكّل طبقةٍ واقيةٍ من أكسيد الألمنيوم تقي المَعدنَ من استمرار تآكُله.

نشاط (6):

حدّد نصفي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع, والعامِل المُؤكسِد والعامِل المُرجِع, في التّفاعُل الآتي:

$$H_2O_2 + H_2S \longrightarrow 2H_2O + S$$

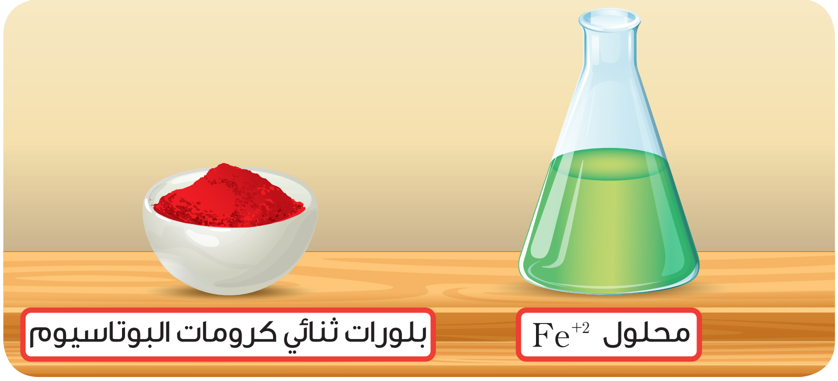
موازَنة مُعادَلات أكسدة - إرجاع للتَفاعُلات الّتي تحدُث في المحاليل المائيّة

ا. طريقةُ أنصافِ التّفاعُل

a. في وسطٍ حمضيّ:

نشاط (7):

أضيفُ كمّيّة من محلول ثنائيّ كرومات البوتاسيوم إلى كمّيّة من محلولٍ يحوي أيونات الحديد II في وسطٍ حمضيّ.



يحدثُ التّفاعُل الآتي:

$$Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + Cr^{3+}$$

أوازنُ المُعادَلة بطريقةِ أنصافِ التّفاعُل في وسطٍ حمضيّ عبرَ المراحِل الآتية:

1. أكتبُ نصفَي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع.	$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$
2. أحقّقُ قانونَ مصونيّة الكتلة، حيثُ تتمُّ موازَنة الأكسجين بإضافة H_2O وموازنة الهدروجين بإضافة H^+.	$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$
3. أحقّقُ قانونَ مصونيّة الشّحنة بإضافة إلكترونات.	$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$
4. أحقّقُ التّساوي بينَ عددِ الإلكترونات المفقودة وعددِ الإلكترونات المُكتسَبة بالضربِ بالأمثال.	$1 \times \{14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O\}$ $6 \times \{Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-\}$
5. أجمعُ المُعادلتَين.	$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + \not{6}e^- \longrightarrow 6Fe^{2+} + \not{6}e^- + 2Cr^{3+} + 7H_2O$
6. أختصرُ.	$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

نشاط (8):

وازن المعادلة الآتية في وسط حمضي بطريقة أنصاف التفاعُل:

$$MnO_4^- + SO_3^{2-} \longrightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+}$$

b. في وسط أساسي:

نشاط (9):

أضيفُ كمية من محلول برمنغنات البوتاسيوم إلى محلول يحوي أيونات الحديد II في وسط أساسي.

يحدث التّفاعُل الآتي:

$$MnO_4^- + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + MnO_2$$

أوازن المُعادلَة بطريقة أنصاف التّفاعُل في وسطٍ أساسيّ:

1. أكتبُ نصفَي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع.	$MnO_4^- \longrightarrow MnO_2$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$
2. أحقّقُ قانونَ مصونيّة الكتلة، حيثُ تتمُّ موازَنة الأكسجين بإضافة H_2O، و موازَنة الهدروجين بإضافة H^+.	$4H^+ + MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$
3. أضيفُ إلى الطّرفَين عدداً من أيُوناتِ OH^- تساوي عددَ أيُونات H^+ حيثُ يُشكّلان H_2O، ثمّ أكتبُ الشَّكل المُختصَر.	$4H^+ + 4OH^- + MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O + 4OH^-$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ $2H_2O + MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$
4. أحقّقُ قانونَ مصونيّة الشّحنة بإضافةِ إلكترونات.	$2H_2O + MnO_4^- + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$
5. أحقّقُ التّساوي بينَ عددِ الإلكترونات المفقودة وعددِ الإلكترونات المُكتسَبة بالضّربِ بالأمثال.	$1 \times (2H_2O + MnO_4^- + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-)$ $3 \times (Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-)$
6. أجمعُ المُعادلتَين.	$2H_2O + MnO_4^- + 3Fe^{2+} + \cancel{3e^-} \longrightarrow MnO_2 + 4OH^- + 3Fe^{3+} + \cancel{3e^-}$
7. أختصرُ	$2H_2O + MnO_4^- + 3Fe^{2+} \longrightarrow MnO_2 + 4OH^- + 3Fe^{3+}$

نشاط (10)

وازِن المُعادَلة الآتية بطريقة أنصاف التّفاعُل بوسطٍ أساسيّ.

$$Cl_2 + S_2O_3^{2-} \longrightarrow Cl^- + SO_4^{2-}$$

٢. طريقةُ أرقامِ التّأكسُد

a. في وسطٍ حمضيّ:

نشاط (11):

أوازنُ التّفاعُل الآتي بطريقةِ أرقامِ الأكسدة:

$$MnO_4^- + Fe^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+}$$

1. أحدّدُ نصفَي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع وفقَ مفهومِ رقمِ الأكسدة، وأحسبُ التغيُّر في رقمَي الأكسدة في كلٍّ منهما:

+7 (−5) إرجاع +2

$$MnO_4^- + Fe^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+}$$

+2 (+1) أكسدة +3

2. أحقّقُ التّساوي في تغيُّر رقمَي الأكسدة بالضَّرب بالأمثال:

$1 \times (-5)$ إرجاع

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} \longrightarrow 1Mn^{2+} + 5Fe^{3+}$$

$5 \times (+1)$ أكسدة

3. أوازنُ الأكسجين بإضافةِ جُزيئات H_2O، والهدروجين بإضافة أيُونات H^+:

$$8H^+ + MnO_4^- + 5Fe^{2+} \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

نشاط (12):

أوازِن بطريقةِ تغيُّر رقم الأكسدة المُعادَلة الآتية في وسطٍ حمضيّ.

$$ClO^- + CrO_2^- \longrightarrow Cl^- + CrO_4^{2-}$$

b. في وسطٍ أساسيّ:

نشاط (13):

أوازنُ بطريقةِ تغيُّر رقم الأكسدة المُعادَلة الآتية:

$$MnO_4^- + SO_3^{2-} \longrightarrow SO_4^{2-} + MnO_2$$

1. أحدِّدُ نصفَي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع، وفقَ مفهوم رقم الأكسدة، وأحسبُ التغيُّر في رقمَي الأكسدة في كلّ منهما:

$+7$ (-3) إرجاع $+4$

$$MnO_4^- + SO_3^{2-} \longrightarrow MnO_2 + SO_4^{2-}$$

$+4$ $(+2)$ أكسدة $+6$

2. أحقّقُ التساوي في تغيُّر رقمَي الأكسدة بالضَّرب بالأمثال:

$2\times(-3)$ إرجاع

$$2MnO_4^- + 3SO_3^{2-} \longrightarrow 2MnO_2 + 3SO_4^{2-}$$

$3\times(+2)$ أكسدة

3. أوازنُ الأكسجين بإضافة H_2O، والهدروجين بإضافة H^+، ثمّ أضيفُ إلى طرفَي المُعادَلة عددَ من أيُونات OH^- تساوي عددَ أيُونات H^+:

$$2MnO_4^- + 3SO_3^{2-} + 2H^+ + 2OH^- \longrightarrow 2MnO_2 + 3SO_4^{2-} + H_2O + 2OH^-$$

4. أختصرُ جزيئاتِ الماء: (باعتبار $2H^+ + 2OH^- \longrightarrow 2H_2O$)

$$2MnO_4^- + 3SO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 3SO_4^{2-} + 2OH^-$$

نشاط (14):

أوازِنُ بطريقةِ تغيُّر رقمِ الأكسدة المُعادَلة الآتية في وسطٍ أساسيّ:

$$Zn + NO_3^- \longrightarrow ZnO_2^{2-} + NH_3$$

تعلّمت

- يُسمَّى المعدن وأيُونه، الزَّوج مؤكسِد/ مرجع ، ويعبَّر عنه بالشكل M/M^{n+}.
- ازديادُ قوَّة العامِل المُؤكسِد والعامِل المُرجِع للأزواج M/M^{n+} وفقَ النّشاط الكيميائي لكلٍّ منهما.
- رقمُ الأكسدة: هو عددُ الشّحنات الكهربائيّة التي تحملُها الذرّةُ في المُركَّبات الأيُونيّة والمُشترَكة.
- قواعدُ تعيين أرقام الأكسدة:
  * رقمُ أكسدةِ العنصر الحرّ يُساوي الصّفر.
  * رقمُ أكسدةِ الأيُون البسيط يُساوي مِقدار شحنتِه.
  * مجموعُ أرقامِ أكسدة عناصر مركب يُساوي صفر.
  * مجموعُ أرقامِ الأكسدة للعناصر في الأيُون المركّب يُساوي مِقدار شحنته.
  * رقمُ أكسدةِ معدن في مُركَّباته يُساوي قيمة تكافُؤه مَسبوقاً بإشارة (+).
  * رقمُ أكسدةِ الهدروجين في مُركَّباته (1+)، عدا هدريدات المعادن (1-).
  * رقمُ أكسدة الأكسجين في مُركَّباته (2-)، عدا فوق الأكاسيد (1-)، والأكاسيد العليا $(-\frac{1}{2})$، ومعَ الفلور يأخذُ (2+).
- مفهومُ الأكسدة والإرجاع وفقَ تغيُّر رقمِ التّأكسد:
  * يزدادُ رقمُ أكسدة عنصر في تَفاعُل الأكسدة.
  * ينقصُ رقمُ أكسدة عنصر في تَفاعُل الإرجاع.
  * العامِلُ المُرجِع يزدادُ رقمُ أكسدته.
  * العامِلُ المُؤكسِد ينقصُ رقمُ أكسدته.

<table>
<tr><th colspan="3">موازَنةُ تَفاعُلات الأكسدة إرجاع</th></tr>
<tr><th colspan="2">طريقةُ أنصافِ التّفاعُل</th><th>طريقةُ تغيُّرِ رقم الأكسدة</th></tr>
<tr><td colspan="2">كتابةُ نصفَي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع</td><td rowspan="2">تحدّيدُ نصفَي تَفاعُلِ الأكسدة والإرجاع وفقَ مفهوم رقم الأكسدة، وحساب التغيُّر بينَ رقمَي الأكسدة لكلٍّ منها.</td></tr>
<tr><td>في الوسطِ الحمضيّ
- تحقيق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O، وموازنة الهدروجين بإضافة H^+.</td><td>في الوسطِ الأساسيّ
- تحقيقُ قانون مصونيّة الكتلة، حيثُ تتمُّ موازَنة الأكسجين بإضافة H_2O، وموازَنة الهدروجين بإضافة H^+
- يُضافُ لطرفَي المُعادَلة عددٌ من أيُونات OH^- تساوي عدد أيُونات H^+ حيثُ يُشكِّلان H_2O
- يُكتَبُ الشّكلُ المُختصَر.</td></tr>
<tr><td colspan="2">تحقيقُ قانون مصونيّة الشّحنة بإضافة إلكترونات.</td><td>مساواة التغيّر في رقم الأكسدة.</td></tr>
<tr><td colspan="2">مساواةُ عددِ الإلكترونات المفقودة بعددِ الإلكترونات المُكتسَبة بالضَّرب بالأمثال.</td><td rowspan="2">موازنةُ الأكسجين بحسبِ طبيعةِ الوسط (الحمضيّ أو الأساسيّ).</td></tr>
<tr><td colspan="2">جمعُ المُعادلتَين، ثمَّ الاختصار.</td></tr>
</table>

أختبر نفسي

أولاً: اخترِ الإجابةَ الصّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. رقمُ أكسدةِ المنغنيز في الأيُون MnO_4^- يُساوي:

a. $+1$ b. $+3$ c. $+5$ d. $+7$

2. يبلغُ عددُ الإلكترونات التي يفقدُها الألمنيوم في التّفاعُل الآتي: $2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3(s)}$

a. 1   b. 2   c. 3   d. 6

3. المُركَّب الذي يأخذُ فيه عنصرُ الكلور أعلى رقمِ أكسدةٍ له من المُركَّبات الآتية هو:

a. $HClO_4$ b. HCl c. $NaOCl$ d. $KClO_3$

4. رقمُ أكسدة عنصر الألمنيوم في مركَّب أكسيد الألمنيوم يُساوي:

a. $+1$ b. $+2$ c. -3 d. $+3$

5. عندَ وضع قطعةٍ من مَعدن النّحاس في بيشر، يحتوي على محلول كبريتات الزّنك، تركيزُه $1\,mol.L^{-1}$، فإنّه:

a. يتأكسدُ الزنك.   b. يرجعُ النّحاس.   c. يترسّبُ الزّنك.   d. لا يطرأُ عليه أي تغيُّر.

ثانياً: لديك تَفاعُلِ الأكسدة والإرجاع الآتي: $Zn + 2Ag^+ \longrightarrow Zn^{2+} + 2Ag$

المطلوب:

a. حدِّد العامِلَ المُؤكسدَ والعامِلَ المُرجع.   b. اكتبِ الزوجين مُؤكسد مُرجع.

ثالثاً: احسب رقمَ أكسدة عنصر النتروجين في كلٍّ من المُركَّبات الآتية:

a. NH_3 b. Mg_3N_2 c. HNO_3 d. $NaNO_2$ e. NO_2

رابعاً: احسبْ رقمَ أكسدةِ العنصر الذي تحتَه خطٌّ في كلٍّ ممّا يأتي:

a. $\underline{P_2}O_5$ b. $\underline{Mn}O_4^-$ c. $\underline{C_2}O_4^{2-}$ d. $Na\underline{Br}O_3$ e. $H_2\underline{O_2}$ f. $LiAl\underline{H_4}$

خامساً: حدّدْ تَفاعُلاتِ الأكسدة والإرجاع من بين التّفاعُلات الآتية:

1. $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$
2. $2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2KCl + 3O_2$
3. $2K + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2$
4. $Mg + S \xrightarrow{\Delta} MgS$
5. $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$

سادساً: لديك الزوجان المعدنيان Ag/Ag^{+} ، Pb/Pb^{2+}. **المطلوب:**

1. اكتب نصفي تَفاعُل الأكسدة والإرجاع المُعبِّرين عن تَفاعُل كلٍّ منهما، اعتماداً على السّلسلة الكهركيميائيّة.
2. حدّدِ العامِل المُؤكسد والعامِل المُرجع.
3. استنتج المُعادَلة المُمثّلة للتَفاعُل الكلّي الحاصل.

سابعاً: وازنْ المُعادلتيَن الآتيتَين, اعتماداً على مفهومَي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ حمضيّ:

1. $MnO_4^- + Cl^- \longrightarrow Mn^{2+} + Cl_2$
2. $H_2S + NO_3^- \longrightarrow S + NO$

ثامناً: وازنِ المُعادلتيَن الآتيتَين, اعتماداً على مفهومَي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ أساسيّ:

1. $Zn + NO_3^- \longrightarrow Zn(OH)_2 + NH_3$
2. $MnO_4^- + I^- \longrightarrow MnO_2 + I_2$

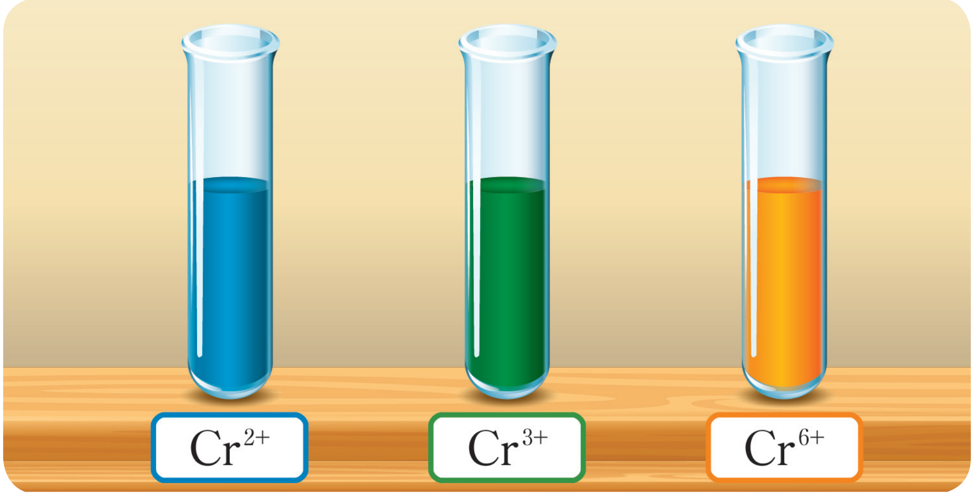
تفكير ناقد

يأخذُ النتروجين في مُركَّب نترات الأمونيوم NH_4NO_3 رقمَي أكسدةٍ، ما هما؟

أبحث أكثر

للكروم أرقامُ أكسدة مُختلِفة، فالكرومُ السداسي لونُه برتقاليّ، بينَما الكرومُ الثلاثيّ لونُه أخضرُ، لذلك تتميّزُ مركّباتُ الكروم بالألوان المُختلِفة، لهذا اشتقّ اسمُ العنصرِ من الكلمةِ اليونانيّة chroma التي تعني اللّون.

أبحثُ في سببِ تشكّلِ الألوان المُختلِفة في محاليل الكروم.



الزّوج الهدروجينيّ 2

الأهداف:

* يَحسب تركيزَ المحلولِ الحمضيّ.
* يَتعرَّفُ درجةَ الحموضة أو ما يُدعى الأس الهدروجينيّ (pH).
* يُحضِّرُ بعضَ المحاليلِ الحمضيّة المُمدَّدة.
* يَتعرَّفُ تأثيرَ المَحاليل الحمضيّة على المَعادن.
* يستنتجُ الزَّوجَ الهدروجينيّ $H_2/2H^+$.
* يستنتجُ عددَ المولات الإلكترونيّة في تَفاعُلِ الأكسدة والإرجاع.

الكلمات المفتاحية:

* التّركيز.
* التركيز الغرامي.
* التركيز المولي.
* الأس الهدروجيني (pH).

يقعُ البحرُ الميت بينَ الأردن وفلسطين المُحتلّة. لماذا سمِّي بالبحر الميت؟ وما الفرقُ بينَ ملوحةِ مياهه وملوحة مياه البحر الأبيض ؟

أُجرِّبُ وأستنتِج (1):

الموادُّ والأدواتُ اللازمة:

حوجلة عدد/2/ – ماء مقطّر– مِيزان إلكترونيّ– أسطوانة مدرجة– ملح كبريتات النّحاس II.

خطواتُ التّجربة

- أضَعُ في كلٍّ من الحوجلتَين 100 mL من الماءِ المُقطَّر.
- أزِنُ بدقةٍ كتلةً 5.0 g من كبريتاتِ النّحاس II المائيّة، وأضيفُها إلى الحوجلة الأولى. ماذا أُلاحِظ؟
- أزِنُ بدقةٍ كتلةً 10.0 g من كبريتاتِ النّحاسِ II المائيّة ، وأضيفُها إلى الحوجلة الثانية. ماذا أُلاحِظ؟

- أقارِنُ بينَ لونَي المحلولَين النّاتجَين.
- أتساءَلُ ما سبب تباين اللّون الأزرق في الحوجلتين.

أستنتِجُ:

المحلول: هو مزيجٌ مُتجانِسٌ من مادتَين نقيتَين، إحداهما تُدعى المُذيب (المُحِلّ)، وهي ذات الكمّية الأكبر، والأخرى المُذاب (المُنحَلّ) وهي ذاتُ الكمّية الأقلّ.

التركيز: نسبةُ كمّية المادّة المُنحلة في كمّية مُحدَّدة من المادّة المُحِلّة.

- **التركيزُ الغراميّ:** عددُ غراماتِ (كتلة) المادّة المُنحلَّة في لترٍ واحدٍ من المحلول.

$$C_{(g.L^{-1})} = \frac{m_{(g)}}{V_{(L)}}$$

حيثُ (m) كتلةُ المادّة، (V) حجمُ المحلول.

- **التركيزُ المولي:** عددُ مولاتِ المادّة المُنحلّة في لترٍ من المحلول.

$$C(\text{mol.L}^{-1}) = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})}$$

حيثُ (n) عددُ المولات، (V) حجمُ المحلول.

- يُمكنُ حساب عددِ المولات من العلاقة:

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g.mol}^{-1})}$$

حيثُ (m) كتلةُ المادّة، M الكتلةُ الموليّة للمادّة.

تطبيق (1):

يُذاب 15.95 g من كبريتات النّحاس II اللامائيّة في الماء المقطّر, ثمّ يُكمل الحجم إلى 500 mL. المطلوب حساب:

1. التركيز الغرامي لمحلول كبريتات النّحاس II الناتج.
2. التركيز المولي لمحلول كبريتات النّحاس II الناتج.

(Cu: 63.5 S: 32 O: 16)

الحلّ:

1. $C = \frac{m}{V} = \frac{15.95}{500 \times 10^{-3}} = 31.9\, g.L^{-1}$

2. $$n = \frac{m}{M} = \frac{15.95}{159.5} = 0.1\, mol$$
$$C = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2\, mol.L^{-1}$$

الأس الهدروجيني الـ pH :

أُجرِّبُ وأستنتِجُ (2):

الموادُّ والأدواتُ اللازمة:

كأسٌ زجاجيّ/بيشر/، محلولُ حمض كلور الماء، مقياس pH، ماء مُقطَّر.

خطواتُ التَّجربة:

- أضعُ في أنبوب اختبار 10 mL من محلولَ حمضِ كلور الماء، تركيزه $10^{-2} mol.L^{-1}$
- أقيسُ درجةَ pH المحلول، باستخدام مِقياس pH.
- أكمِلُ الحجمَ بالماء المُقطّر إلى 100 mL.
- أقيسُ الأس الهدروجيني، باستخدام مِقياس pH

تركيزُ الحمض $(mol.L^{-1})$	الأسُ الهدروجينيّ الـ pH
10^{-2}	2
10^{-3}	3

جدولٌ يبيّنُ قيمَ الأس الهدروجينيّ pH للحمض المُستعمَل.

أفسّرُ النتائجَ السّابقة:

1. يتأيّنُ حمضُ كلور الماء كليّاً بالماء وفقَ المُعادَلة:

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

$$1\,mol \qquad 1\,mol \qquad 1\,mol$$

$$n_{(HCl)} \qquad n_{(H_3O^+)}$$

$$n_{(HCl)} = n_{(H_3O^+)}$$

وبما أنَّ الحجمَ ذاتَه للمحلول: $C_1 V = C_2 V$

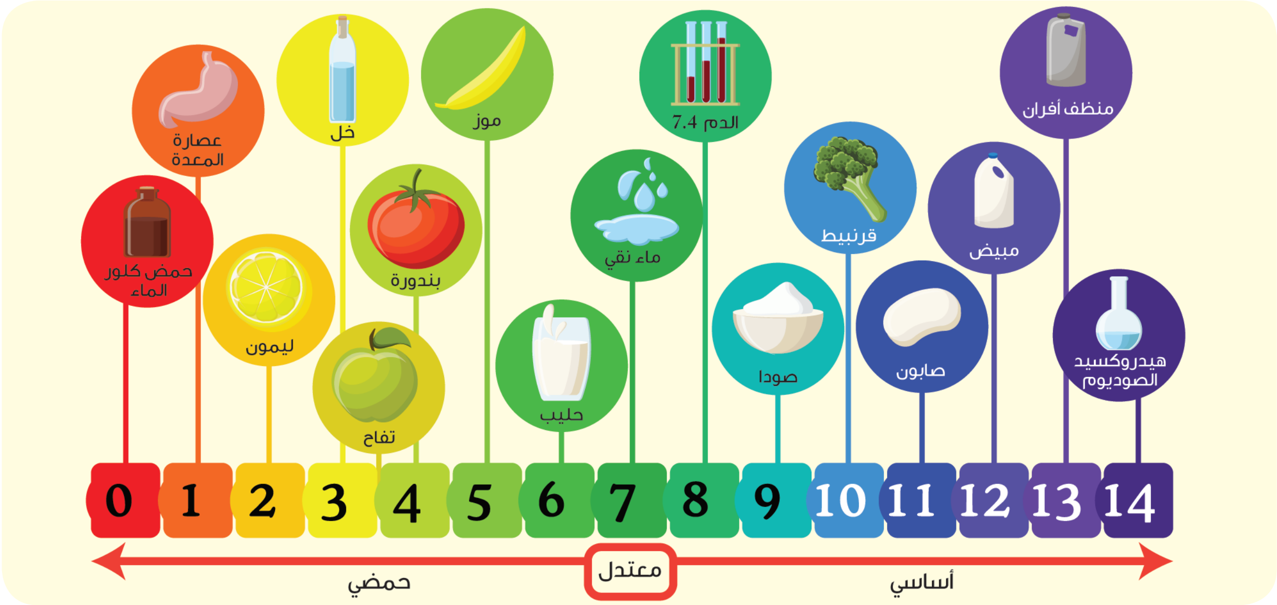
$$C_{(HCl)} = C_{(H_3O^+)}$$

فيكونُ:

قبلَ التّمديد $C_{(HCl)} = C_{(H_3O^+)} = 10^{-2} mol.L^{-1}$

بعد التمديد $C_{(HCl)} = C_{(H_3O^+)} = 10^{-3} mol.L^{-1}$

أستنتجُ: تركيزُ أيُونات الهدرونيوم يُساوي 10^{-pH}, أي: $C_{H_3O^+} = 10^{-pH}$



تأخذُ الـ pH قيماً تتراوحُ بينَ (0 ⟵ 14) في درجة الحرارة 25°C.

تطبيق (2):

يوضَع 10 mL **من محلول حمض الآزوت, تركيزُه** $0.1\,mol.L^{-1}$ **في وعاء, ثمّ يُضافُ إليه** 90 mL **ماءً مقطّراً.**

المطلوبُ حساب:

1. تركيز مَحلول حمض الآزوت الناتج.
2. قيمة pH المحلول الناتج.

الحلّ:

1. ينقصُ تركيزُ المحلول عندَ زيادة حجمه معَ بقاء عدد المولات ذاته.

$$n_{\text{قبل}} = n_{\text{بَعد}}$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$0.1 \times 10 = C_2(10 + 90)$$

$$C_2 = 0.01 = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

2.

$$C_{H_3O^+} = 10^{-pH}$$

$$C_{HNO_3} = C_{H_3O^+} = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

بالمُقارَنة نجدُ أنَّ: $pH = 2$

نشاط (1):

احسب pH لمحلولِ حمضٍ قويٍّ وحيد الوظيفة HA تركيزه $C_{HA} = 10^{-3}\,mol.L^{-1}$

إثراء:

يتغيَّرُ لـونُ زهـرة hudrangea shrub بتغيُّر pH التربـة، حيـثُ يمكنُـك تغيّير لونِهـا بإضافةِ أسـمدةٍ حمضيّـةٍ أو أساسـيّة.

الزوج الهدروجيني $H_2/2H^+$

أُجرِّب وأستنتِجُ (3):

الموادّ والأدواتُ اللاّزمة:

محلولُ حمض الكبريت المُمدَّد، أنابيبُ اختبار، قطعٌ صغيرة من الحديد والزّنك والنّحاس، حاملةُ أنابيبٍ.

خطواتُ التّنفيذ:

- أضَعُ في ثلاثةِ أنابيبٍ كمياتٍ متساويةً من محلول حمض الكبريت المُمدَّد.
- أضيـفُ إلـى الأنبـوب الأوّل قطعـةَ حديـدٍ، وإلـى الأنبـوب الثّانـي قطعـة زنـك، وإلـى الأنبـوب الثالـث قطعـةَ نحـاسٍ. مـاذا أُلاحِـظ؟
- أقرّب عودَ ثقابٍ مشتعلاً من فوَّهة كلِّ أنبوبٍ. ماذا أُلاحِظ؟

ألاحِظُ:

- تَفاعُلَ قطعةِ الحديدِ مع ظهورِ اللّونِ الأخضرِ الفاتِح، وانطلاق غاز.
- تَفاعُلَ قطعةِ الزّنك، وانطلاقِ غاز.
- لا يحدثُ أيَّ تغيُّر في الأنبوبِ الثالث.
- احتراقُ الغاز المُنطلِق مُترافِقاً بفرقعةٍ، في كلٍّ من الأنبوبَين الأوّل والثاني.

أستنتجُ:

- لا يتَفاعَلُ حمضُ الكبريت المُمدَّد معَ النّحاس.

لا يحدثُ تَفاعُلُ $(2H^+ + SO_4^{2-}) + Cu \longrightarrow X$

- يتَفاعَلُ حمضُ الكبريت المُمدَّد معَ كلٍّ من الحديد والزّنك، وينطلقُ غازُ الهدروجين، وفقَ المُعادلتَين الآتيتَين:

.1 $(2H^+ + SO_4^{2-}) + Fe \longrightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-}) + H_2$

.2 $(2H^+ + SO_4^{2-}) + Zn \longrightarrow (Zn^{2+} + SO_4^{2-}) + H_2$

- يتأكسدُ الحديدُ ويُرجعُ الهدروجين:
  - نصفُ تَفاعُل الأكسدة: $Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
  - نصفُ تَفاعُل الإرجاع: $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$
- يتأكسدُ الزّنك ويُرجع الهدروجين:
  - نصفُ تَفاعُل الأكسدة: $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
  - نصفُ تَفاعُل الإرجاع: $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

- كلُّ $1\,mol$ من ذراتِ الحديد أو الزّنك تمنحُ $2\,mol$ من الإلكترونات، وكلُّ $2\,mol$ من أيُون الهدروجين يكتسبُ $2\,mol$ من الإلكترونات لتشكيل $1\,mol$ من غاز الهدروجين، ويكونُ عددُ مولاتِ الإلكترونات المَمنوحة تُساوي عددَ مولاتِ الإلكترونات المُكتسَبة.
- في التّفاعُل الأول: الزوجَين مُؤكسد / مُرجع، هما: $H_2/2H^+$ ، Fe/Fe^{2+}
- في التّفاعُل الثاني: الزوجَين مُؤكسد / مُرجع، هما: $H_2/2H^+$ ، Zn/Zn^{2+}
- الزوج $H_2/2H^+$ يسمّى بالزوج الهدروجيني.

نشاط (2):

اكتبْ مُعادلتَي نصفَي التّفاعُل أكسدة إرجاع لتَفاعُل المغنزيوم معَ حمضِ كلورِ الماء المُمدَّد. ثمّ حدِّدِ الأزواجَ مُؤكسد / مُرجع.

تعلّمت

- التركيزُ الغرامي: عددُ غرامات (كتلة) المادّة المنحلّة في لترٍ واحدٍ من المحلول.

$$C = \frac{m}{V}\,(g.L^{-1})$$

- التركيزُ المولي: عددُ مولاتِ المادّة المُنحلّة في لترٍ من المحلول.

$$C = \frac{n}{V}\,(mol.L^{-1})$$

- تركيزُ أيُونات الهدرونيوم يُساوي: $C_{(H_3O^+)} = 10^{-pH}$
- تتراوحُ قيمُ pH بينَ $(0 \longrightarrow 14)$ في درجةِ الحرارة $25°C$.
- تحضيرُ المحاليل المُمدَّدة لمادّة ما، بإضافة كمّية من الماء المُقطَّر لمحلول مركزٍ من هذه المادّة.
- يسمّى الزّوج $H_2/2H^+$ بالزّوج الهدروجيني.

أختبر نفسي

أولاً– اختر الإجابةَ الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1. يُذابُ $0.56\,g$ من هدروكسيد البوتاسيوم في الماء المُقطَّر، ويكمّلُ الحجم إلى $200\,mL$، فيكونُ تركيزُ المحلول الناتِج مُقدَّراً بـ $mol.L^{-1}$ مُساوياً: $(K:39,\ \ H:1,\ \ O:16)$

a. 0.02 b. 0.2 c. 0.05 d. 0.5

2. محلولُ حمض كلور الماء، تركيزُه $3.65\,g.L^{-1}$، تكونُ قيمةُ pH لمحلول هذا الحمض مُساوِيةً: $(H:1,\ \ Cl:35.5)$

a. 2.5 b. 3 c. 2 d. 1

3. نُمدِّدُ محلولَ حمضٍ قويٍّ وحيد الوظيفة الحمضيَّة عشر مرَّاتٍ، فإنَّ قيمةَ pH للمحلول الناتج:

a. تنقصُ بمِقدارٍ واحدٍ. b. تزدادُ بمِقدارٍ واحدٍ c. تزدادُ مرَّتَين d. تنقصُ مرَّتَين

4. المعدنُ الأقلُّ قدرةً إرجاعيَّةً من الهدروجين من المعادن الآتية هو:

a. Cu b. Al c. Fe d. Na

5. العلاقةُ بين التركيزَين $(C(g.L^{-1}), C(mol.L^{-1}))$ هي:

a. $C(g.L^{-1}) = \dfrac{C(mol.L^{-1})}{M}$ b. $C(mol.L^{-1}) = \dfrac{M}{C(g.L^{-1})}$

c. $C(g.L^{-1}) = C(mol.L^{-1}) \times M$ d. $C(mol.L^{-1}) = \dfrac{C(g.L^{-1})}{m}$

ثانياً: أجِب عن السُّؤال الآتي:

نضعُ كمّيةً من مسحوق الزّنك في حوجلةٍ ونضيفُ لها كمّيةً كافيةً من حمضِ كلور الماء المُمدَّد. المطلوب:

1. اكتُب معادلةَ التّفاعُل الحاصل.
2. اكتبْ نصفَي تَفاعُل الأكسدة – إرجاع.
3. اكتب الزَّوجَين مُؤكسد/مُرجع.
4. حدِّدْ عددَ مولاتِ الإلكترونات المُتبادلة في التّفاعُل السّابق.

ثالثاً: حُلّ المَسألتَين الآتيتَين:

المسألةُ الأولى:

تتفاعَل كمّيةٌ كافيةٌ من مسحوق المغنزيوم معَ $200\,mL$ من محلول حمض الكبريت المُمدَّد، فينطلقُ غازٌ حجمُه $224\,mL$ مقاساً في الشّرطَين النّظاميين. المطلوب:

1 – اكتبْ مُعادَلة التّفاعُل الحاصِل.

2– احسبْ تركيزَ الحمض السّابق مُقدَّراً بـ $(g.L^{-1},\ \ mol.L^{-1})$

3– احسبْ قيمةَ pH محلول الحمضِ المُستعمَل، بفرضِ أنَّ حمضَ الكبريتِ يتأيّنُ بشكلٍ تامٍّ.

$(Mg:24, H:1, S:32, O:16)$

المسألةُ الثانية:

لديكَ محلولُ حمضِ بروميد الهيدروجين HBr (حمض قويّ تامّ التأيّن)، تركيزُه $0.1\,mol.L^{-1}$. المطلوبُ:

1. اكتبْ مُعادَلة تأيّن هذا الحمض.
2. احسبْ تركيزَ أيُون الهدرونيوم H_3O^+، وقيمةُ pH محلول هذا الحمض.
3. احسُبْ حجمَ الماء المُقطَّر اللاّزم إضافتُه إلى $10\,mL$ من الحمض السّابق لتصبحَ $pH = 3$.

تفكير ناقد

يُستخدَمُ هدروكسيد الصّوديوم في صناعة الصّابون من خلالِ إضافتِه للزّيوت، ومن أجل ذلك يطلبُ تحضيرَ محلول من هدروكسيد الصّوديوم حجمُه $10\,L$ بتركيز $0.1\,mol.L^{-1}$. بيِّنْ خطواتِ تحضير المحلول، واحسُبْ كتلةَ هدروكسيد الصّوديوم اللاّزمة لذلك.

أبحث أكثر

تمَّ توثيقُ أضرارِ الأمطار الحامضيَّة، على الغاباتِ والصُّخور والمباني. ابحثْ في مكتبةِ مَدرستِك، أو في الشّابكة عن سببِ هذه الظّاهرة، وكيفيَّة تفادي أضرارِها.

3 الخَليّة الغلفانية

الأهداف:

* يَتعرَّف الخليّة الغلفانية.
* يَكتشف دورَ الجسر الملحيّ في الخليّة الغلفانية.
* يَحسب القوَّة المُحرِّكة الكهربائيّة للخليّة الغلفانية.
* يَتعرَّف نصفَ الخليّة الغلفانية والتمثيل الرّمزي لها.
* يَتعرَّف مَسرى الهدروجين القياسي.
* يَقيس كمونَ الإرجاع لأنصافِ الخلايا الغلفانية اعتماداً على مَسرى الهدروجين.
* يُحدِّد قطبَي الخليّة الغلفانية.

الكلمات المفتاحية:

* الخليّة الغلفانية.
* نصف الخليّة.
* كمون المَسرى.
* الجسر الملحي.
* كمون الإرجاع القياسيّ.
* مَسرى الهدروجين القياسي.

التطوُّر المُتسارِع للتكنولوجيا في مُجتمَعنا الحديث، أدَّى لتزايد الحاجة إلى الأجهزة التي تعمل بالطاقة الكهربائيّة، والتي أصبحَت جزءاً لا يتجزّأ من حياتنا اليوميّة، ولكن بقيَت مُشكِلة تزويدِها المُستمِرّ بالطاقة، فكانَ أفضلُ الحلول هي الخلايا الغلفانية.

الخليّة الغلفانية البسيطة (خليّة دانيال)

عندَ تَفاعُل الزّنك مع محلول كبريتات النّحاس أُلاحظُ:
تتأكسَد صفيحةُ الزّنك في محلول كبريتات النّحاس II ، وفقَ التّفاعُل:

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu$$

تنتقلُ الإلكترونات من الزّنك إلى أيُون النّحاس بشكلٍ مُباشَر، وفقَ نصفَي التّفاعُل:

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

$$2e^- + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cu_{(s)}$$

يقومُ الزّنك بدور المُرجع وأيُون النّحاس بدور المُؤكسِد.

جون فردريك دانيال 1790 – 1845
عالمٌ فيزيائيٌّ كيميائيّ إنكليزيُّ الأصل، قامَ بأبحاثٍ عديدةٍ حولَ طُرائق إنتاج الكهرباء من خلال التّفاعُلات الكيمَيائيّة وتوصَّلَ إلى اختراع أوَّل بطارية كهركيميائيّة، هي خلية دانيال

خلايا دانيال التي تمَّ صنعُها عام 1836
محفوظة في المَتحف الدوليّ للتاريخ الأمريكيّ بواشنطن

أتساءَلُ:

هل يُمكِنُ انتقال الإلكترونات بطريقة غير مُباشَرة من العامل المُرجعِ إلى العامل المُؤكسِد؟

أُجرِّب وأستنتِج (1):

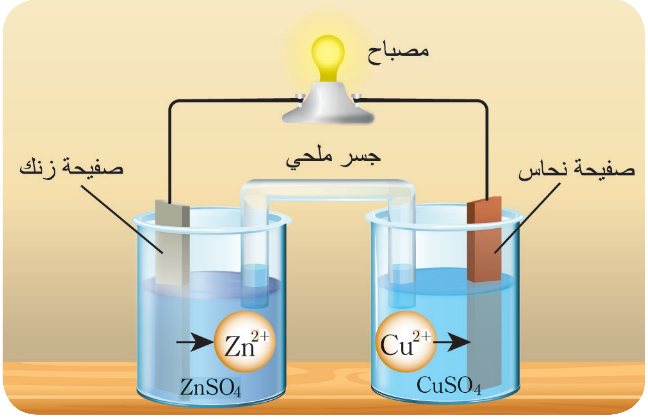
الأدواتُ والموادُّ اللازمة:

صفيحة نُحاس – صفيحة زنك – كأسٌ زجاجيٌّ /بيشر/ عدد/2/ – أسلاكُ توصيل – مِصباحٌ مُناسِب – مِقياس آفومتر (AVO) – أنبوبٌ زجاجيٌّ أو بلاستيكيٌّ على شكل U – قطن – مَحاليلُ مُركَّزةٌ من كلوريد البوتاسيوم وكبريتات النّحاس وكبريتات الزّنك.

خطواتُ التّجربة:

– أضَعُ مَحلولَ كبريتات النّحاس II في البيشر الأول، ثمّ أغمسُ فيه صفيحة النّحاس.
– أضَعُ مَحلولَ كبريتات الزنك في البيشر الثاني، ثمّ أغمسُ فيه صفيحة الزّنك.

- أضَعُ محلولَ كلوريد البوتاسيوم في الأنبوب الزّجاجي على شكل U ، وأُغلقُ طرفَيه بقطعتَي قطن (جسر ملحي)، ثمّ أغمسُ كلّ طرفٍ في بيشر.



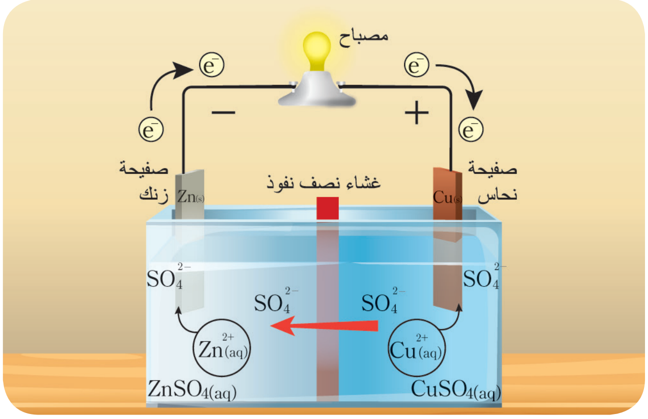
- أصلُ الدّارة كما في الشّكل الآتي، ماذا ألاحظ؟
- أرفعُ الجسرَ الملحيّ من البيشرين، ماذا ألاحظ؟

ألاحِظ وأستنتِج:

- عندَ وصلِ الدّارة يُضيء المِصباح نتيجة انتقال الإلكترونات من خلال سلك التوصيل الكهربائيّ بينَ صفيحة الزّنك وصفيحة النّحاس.

- تعودُ حركةُ الإلكترونات نتيجة وجود فرق كمونٍ كهربائيّ بينَ ثُنائية صفيحة الزّنك في محلولِه (Zn/Zn^{2+})، وثُنائية النّحاس في محلوله (Cu/Cu^{2+}) اللّتين تشكّلان مَسرِيَي الخلية الغلفانية.

- ينطفئُ المِصباح الكهربائيّ عندَ إزالة الجسر الملحيّ.



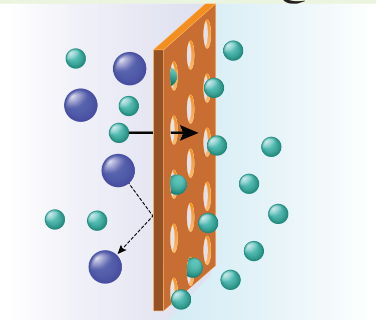
وتعودُ أهمّية الجسر الملحيّ إلى أنّه:

- يحقّقُ التوازُن الأيّوني في كلا المَحلولَين.
- يمنعُ اختلاطَ أيونات محلولَي نصفَي الخليّة ببعضِهما.
- يقومُ بدور موصِل كهربائيّ.

يُمكنُ استبدالُ الجسر الملحيّ بغشاءٍ نصف نَفوذٍ.

إضاءة

غشاء نصف النَفوذ: نوعٌ من الأغشية الحيويّة أو الصناعيّة، يسمحُ بعبور الجزيئات أو الأيُونات خلالَه عن طريق الانتشار، يعتمدُ مُعدَّل انتشار الموادّ النافذة عبرَه على الضّغط، ودرجة الحرارة، وعلى تركيز الجزيئات في المَحلول على طرفَي الغشاء، بالإضافة إلى درجةِ نفوذيّته بالنسبة لهذه الجزيئات.

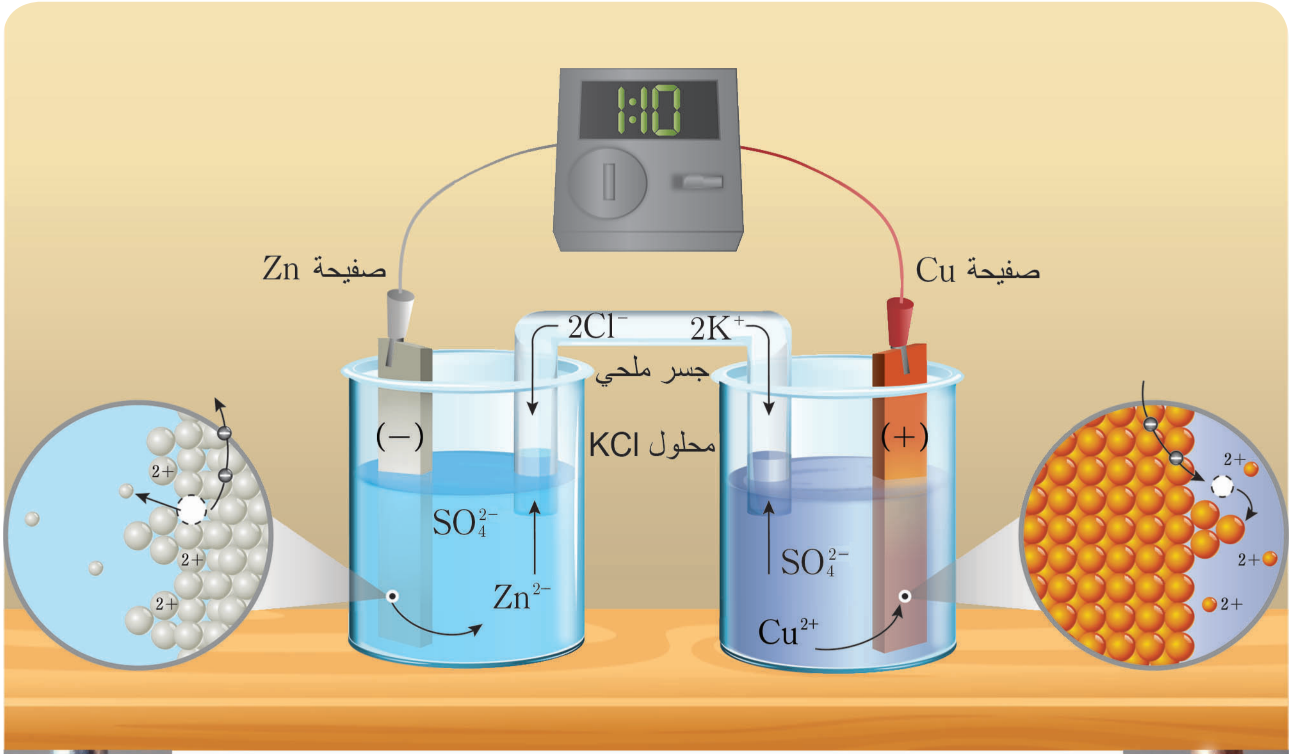


عند اختلاف التركيز بين طرفي الغشاء تتّجه الأيونات نحو الطرف الأقل تركيزاً تحت تأثير الضغط الأسموزي.

أُجرّب وأستنتِج (2):

أعيدُ إجراءَ التّجربة السّابقة، باستبدالِ المِصباح الكهربائيّ، بمقياس افومتر (مقياس فولت)، ماذا أُلاحِظ؟

أُلاحِظ:

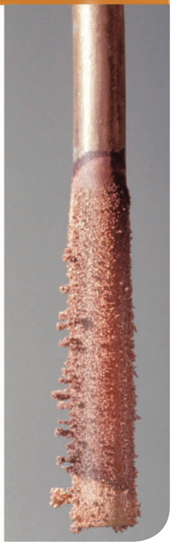


تآكل صفيحة الزنك
وفق نصف التفاعل التالي:

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$$

ترسب النحاس على صفيحة النحاس
وفق نصف التفاعل التالي:

$$Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu_{(s)}$$



المعادلة الكلية التي تحدث بالخلية:

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}{}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}{}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

أستنتج:

- دلالة مِقياس الآفومتر تدلُّ على قيمةِ فرق في الكمون بينَ المسريَين، ويُدعى بالقوَّة المُحرِّكة الكهربائيّة.
- تدلُّ القيمةُ المُوجبة لفرقِ الكمون على مرورِ تيارٍ كهربائيّ مُتواصِل، جهتُه من صفيحة النّحاس إلى صفيحة الزّنك، حيثُ يحدثُ تَفاعُلُ أكسدةٍ لصَفيحة الزّنك، وتَفاعُلُ إرجاعٍ لأيُونات النّحاس، وتنتقلُ الإلكترونات بطريقةٍ غير مُباشَرة من صفيحة الزّنك إلى صفيحة النّحاس.

أتساءلُ

لماذا يشيرُ مِقياس أفومتر إلى فرقِ كمونٍ ثابِت يساوي 1.10 V بينَ صفيحة الزّنك والنّحاس.

رتّبَ العلماءُ الثّنائياتِ (M/M^{n+}) بحسب كمونِ إرجاعِها في الشّروط القياسيّة، وفقَ جدولٍ سُمّي بكمون الإرجاع القياسيّ.

نصفُ خليّة الإرجاع (المهبط)	الكمونُ القياسيّ مُقدَّراً بالفولط (V)
$Li^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Li_{(s)}$	-3.04
$Na^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Na_{(s)}$	-2.71
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Mg_{(s)}$	-2.38
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Al_{(s)}$	-1.66
$2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$	-0.83
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Zn_{(s)}$	-0.76
$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Cr_{(s)}$	-0.74
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Fe_{(s)}$	-0.41
$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cd_{(s)}$	-0.40
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ni_{(s)}$	-0.23
$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Sn_{(s)}$	-0.14
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Pb_{(s)}$	-0.13
$Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Fe_{(s)}$	-0.04
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$	0.00
$Sn^{4+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}_{(aq)}$	0.15
$Cu^{2+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Cu^+_{(aq)}$	0.16
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$	0.34
$Cu^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$	0.52
$I_{2(s)} + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-_{(aq)}$	0.54
$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}_{(aq)}$	0.77
$Hg^{2+}_{2(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Hg_{(l)}$	0.80
$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}$	0.80
$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Hg_{(l)}$	0.85
$2Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Hg^{2+}_{2(aq)}$	0.90
$Br_{2(l)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-_{(aq)}$	1.07
$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O_{(l)}$	1.23

بالاعتمادِ على الجدول السّابق نجدُ:

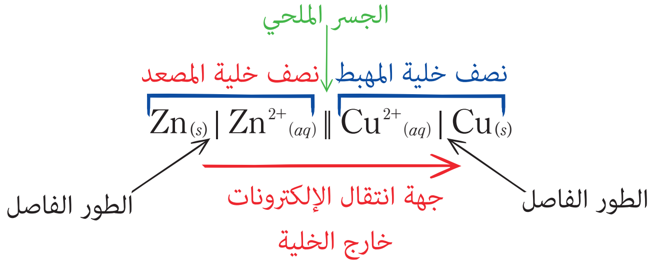
- كمـون الإرجـاع للزّنـك (Zn/Zn^{2+}) يسـاوي $-0.76\ V$، وهـو أصغـرُ مـن كمـون إرجـاع النّحـاس (Cu/Cu^{2+}) الـذي يُسـاوي $+0.34\ V$.
- يمثّل الزّوج (Zn/Zn^{2+}) نصـفَ خليّة غلفانيـة، يحـدثُ عنـدَه تَفاعُـلُ الأكسـدة، ويلعبُ دورَ المصعد، لأنَّ كمـونَ إرجاعـه هـو الأصغر.
- يمثّل الزّوج (Cu/Cu^{2+}) نصـفَ خليّة غلفانيـة، يحـدثُ عنـدَه تَفاعُـلُ الإرجـاع، ويلعـبُ دورَ المهبط، لأنَّ كمـونَ إرجاعـه هـو الأكبر.
- القيمـة الناتِجـة على مِقيـاس آفومتـر بطـرحِ قيمتَـي كمونَـي الإرجـاع السّـابقين، والتـي تمثِّـلُ القـوَّة المُحرِّكـة الكهربائيّـة للخليّـة الغلفانيّـة E.

$$E = +0.34 - (-0.76) = 1.10\ V$$

أستنتجُ:

- الخليّة الغلفانيّة: جملةٌ مؤلَّفة من صفيحتَين معدنيتَين مُختلِفتَين، غُمِسَت كلٌّ منها في محلولٍ يحوي أيُوناتها، لتشكّيل مَسرى (إلكترود)، يصِلُ بينَ المحلولَين فيها جسرٌ ملحيٌّ.
- يحدثُ في الخليّة الغلفانيّة تَفاعُلُ أكسدةٍ وإرجاعٍ تلقائيّ ينتجُ عنه تيارٌ كهربائيٌّ.
- قيمة القوَّة المُحرِّكة للخلية الغلفانية تتعلّقُ بنوعِ نصفَي الخليّة المكوّنَين لها.
- تُحسَب القوَّة المُحرِّكة للخليّة الغلفانية بالعلاقة: $E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{إرجاع}}(\text{مهبط}) - E^{\circ}_{\text{إرجاع}}(\text{مصعد})$

تُمثَّل الخليّة الغلفانية الكهربائيّة بالشّكل الآتي:



إثراء:

ثعبـانُ البحـر الكهربائـيّ: يعيـشُ هـذا الثّعبـانُ فـي قـارّة أمريـكا الجنوبيّة، يملـكُ هـذا الثّعبان خلايا تستطيعُ إنتاج الكهرباء، وذلـك مـن خـلال اختـلاف تركيـزَي أيُونَـي Na^{+} و K^{+}، حيثُ تولِّـدُ كلُّ خليّة قـوّةً مُحرِّكـةً كهربائيَّة مقدارُهـا $0.1\ V$. ومـن خـلال ربـط آلاف الخلايـا علـى الجلـد يسـتطيعُ توليـدَ نبضـةٍ كهربائيّـةٍ قصيـرةٍ تفـوقُ $500\ V$، يسـتخدمُها للدّفـاع فيهـا عـن نفسِـه ومُهاجَمـة طرائـدِه.

إثراء:

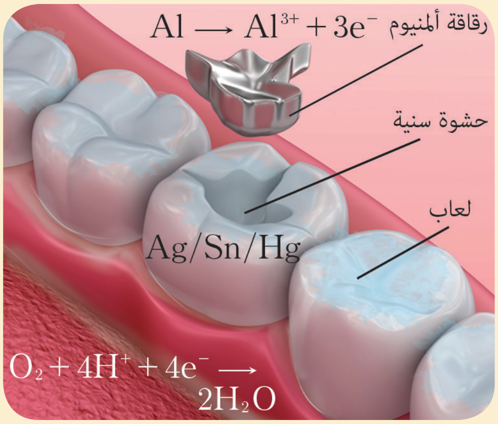
خليّة بغداد

في شهرِ حزيرانَ من عام 1936 ، وفي أثناء الأعمال الإنشائيّة لخطوط سكة الحديد في العراق قريباً من بغداد، وُجِدت مقابرُ أثريةٌ، فيها الكثيرُ من القطع التي نُقِلت إلى المتحف العراقيّ، في عام 1940 جذبَت هذه القطعُ انتباهَ عالِم الآثار ويليم كونيك الّذي فجّرَ مفاجأةً حينَ نشرَ مقالاً عن هذه القطع، بأنّها قد تكونُ خلايا غلفانية استخدمت لتوليدِ كميّاتٍ صغيرةٍ من الكهرباء، يُعتقَد أنَّها استُخدِمت في عمليّات طلاءِ الفضّة بالذّهب في ذلك الوقت.

القطعُ الأثريّة المُكتشَفة كانَت لجرار خزفيّة بفتحةٍ دائريّة في أعلى كلّ جرَّة. ووُجِدَ أيضاً أسطواناتٌ مصنوعةٌ من صفائح النّحاس تحيطُ بقضبانٍ من الحديد. ووجِدَ في الأعلى أنَّ القضبانَ الحديديّة معزولةٌ عن النّحاس بوساطة سداداتٍ من الإسفلت (القار)، ويُعتقَد أنَّ السّوائل التي كانَت تُستخدَم في داخل هذه البطارية هي سوائلُ حمضيّةٌ من عصارة الليمون أو العنب أو الخل.

إثراء:

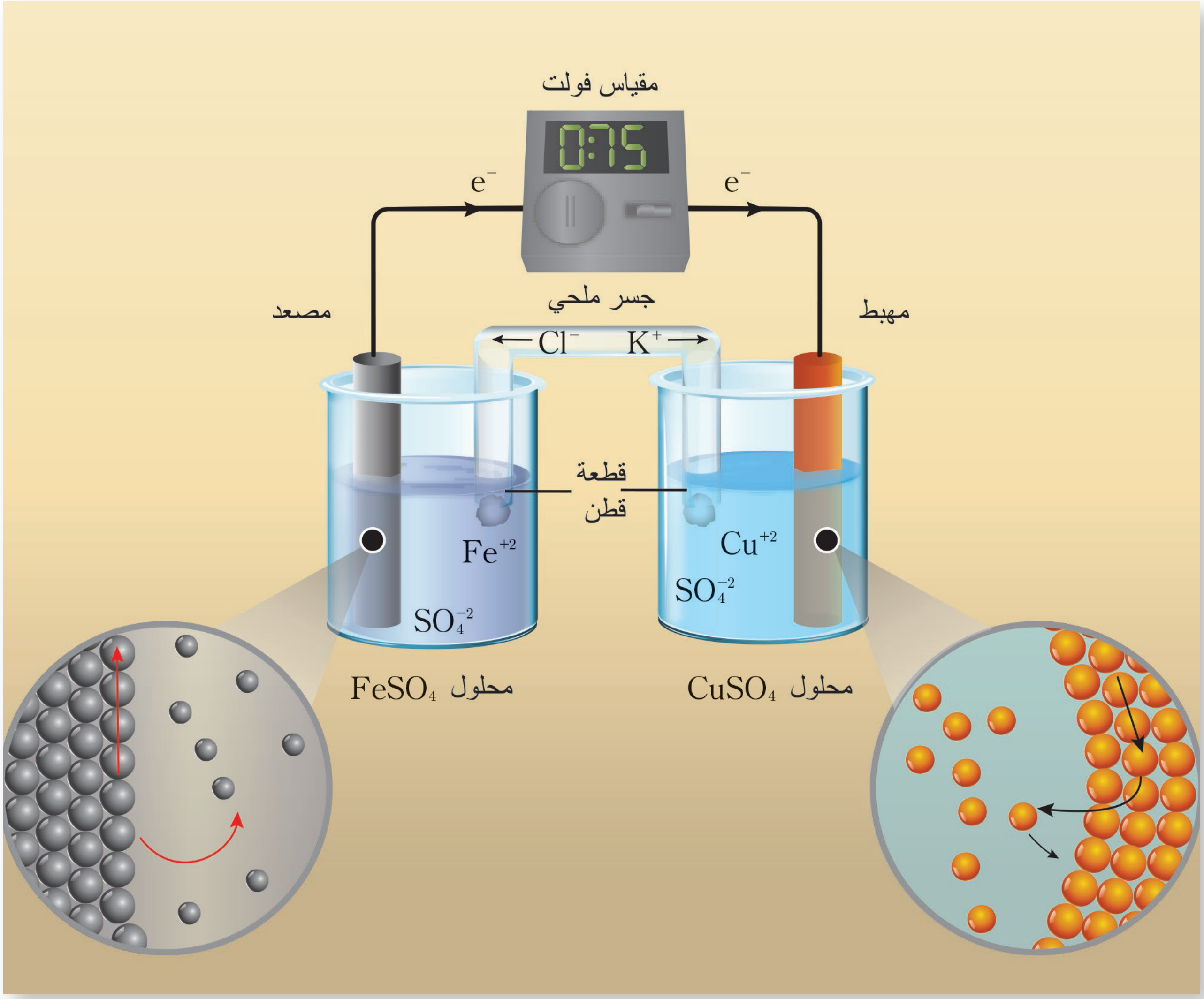
أحياناً عندَما يُضغَطُ على قطعةِ ألمنيوم بضرسٍ تمَّ إصلاحُه، بوضع حشوة في داخل الضّرس يدخلُ في تركيبها أحدُ العناصر الآتية (الفضة– القصدير–الزئبق).



ينتجُ تيارٌ كهربائيٌّ، نتيجة تشكُّلِ خليّةٍ غلفانيّة مُكوَّنة من الألمنيوم (المصعد) والحشوة المعدنيّة (مهبط) واللّعاب المحلول الناقل بينهما. يُتسبَّب بألمٍ ولمعان في هذا الضّرس، نتيجة مرور تيّار كهربائيّ صغيرٍ يصلُ إلى عصبِ الضّرس مُسبِّباً هذا الألم.

تطبيق (1):

خليّة غلفانية موضّحة بالشّكل الآتي:



بالاعتماد على جدولِ كموناتِ الإرجاع القياسيّة:

1. أُحدِّدُ كلّ من المصعد والمهبط.
2. أَحسبُ القوّة المُحرِّكة الكهربائية لهذه الخليّة الغلفانية.
3. أكتبُ الرّمز الّذي يمثِّلُ الخليّة السّابِقة، وأحدِّدُ القطبَين الموجِب والسّالب.

الحلّ:

1. المصعد هو مَسرى الحديد، والمهبط مَسرى النّحاس.
2. $$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{إرجاع}}\,(\text{مهبط}) - E^\circ_{\text{إرجاع}}\,(\text{مصعد})$$

$$E^\circ_{(cell)} = 0.34 - (-0.41) = 0.75\ V$$

تدلّ الإشارةُ الموجبة للقوة المحركة الكهربائية على أنّ تَفاعُلَ الأكسدة والإرجاع تلقائيٌّ.

3. $Fe/Fe^{2+} \parallel Cu^{2+}/Cu$

يمثِّلُ المَسرى Cu^{2+}/Cu القطبَ الموجِب، أمّا المَسرى Fe/Fe^{2+} فيمثِّلُ القطبَ السّالب.

تطبيق (2):

تتألَّفُ خليّةٌ غلفانية من مسريَي النّحاس والفضّة، وبالاعتمادِ على جدولِ كمونات الإرجاع القياسيّة.

1. أكتبُ مُعادلَتي نصفَي التّفاعُل الحادِثَين، وأستنتجُ مُعادلَة التّفاعُل الكلّي.

2. أمثّلُ الخليّة السابقة، وأُحدِّد كلّاً من المصعد، والمهبط، وجهة التيار.

3. أحسبُ القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لهذه الخليّة.

الحلُّ:

1. قيمةُ كمونِ الإرجاع القياسيّة لكلٍّ من مسريَي الخليّة:

كمونُ نصفِ خليّة الفضة: $Ag/Ag^{+} = 0.80\ V$

كمونُ نصفِ خليّة النّحاس: $Cu/Cu^{2+} = 0.34\ V$

أستنتجُ: الفضَّةُ أقلُّ نشاطاً كيميائيّاً من النّحاس, لذلك سيُرجع الفضة (يترسب معدن الفضة), ويشكّل المهبط, بينما يتأكسدُ النّحاسُ, وتشكّل صفيحة النّحاس المصعد, في هذه الخلية.

$$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$

$$Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag_{(s)}$$

أجمعُ المُعادلتَين بعدَ المُساواة بعددِ الإلكترونات، للحصولِ على مُعادلَة التّفاعُل الكلّي:

$$Cu_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

2. رمزُ الخليّة الغلفانيّة:

$$Cu/Cu^{+2}_{(aq)} \parallel Ag^{+}/Ag$$

- يمثّلُ المَسرى Ag^{+}/Ag القطب الموجب، أمّا المَسرى Cu^{2+}/Cu فيمثّلُ القطبَ السّالب.
- تنتقلُ الإلكترونـاتُ من مَسرى النّحاس إلى مَسرى الفضّة خارجَ الخليّة. وبالتالي تكونُ جهة التّيار الكهربائيّ من مَسرى الفضّة (مَهبط)، إلى مَسرى النّحاس (المصعد).

3. قيمةُ كمونِ الخليّة يُحسَب بالعلاقة:

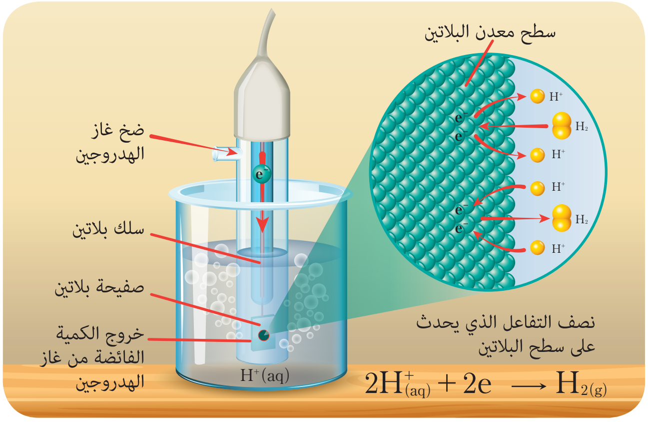
$$E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{إرجاع}}\ (\text{مهبط}) - E^{\circ}_{\text{إرجاع}}\ (\text{مصعد})$$

$$E^{\circ}_{(cell)} = 0.80 - 0.34 = 0.46\ V$$

تدلُّ الإشارة الموجبة للقوة المحركة الكهربائية على أنّ تَفاعُلَ الأكسدة والإرجاع تلقائيّ.

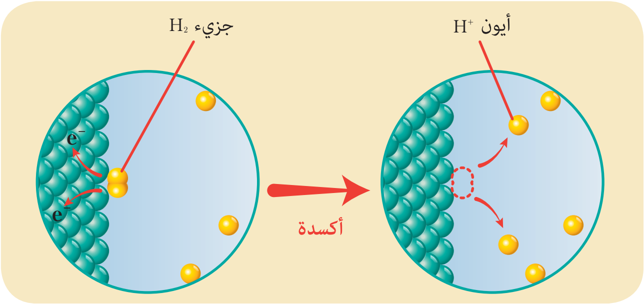
مَسرى الهدروجين القياسيّ

هل يُمكنُ قياس كمون نصف خليّة بشكلِ مُباشر؟
لقياس الكمون القياسيّ لأيّ نصف خليّةٍ بشكلٍ مُباشر، من الضّروريّ إيجاد كمون إرجاع قياسيّ يُعتبَر مرجعاً لباقي الكمونات، وقد تمَّ اعتبارُ كمون مَسرى الهدروجين في الشّروط القياسيّة $(H_2/2H^+)$ مُساوياً للصّفر.

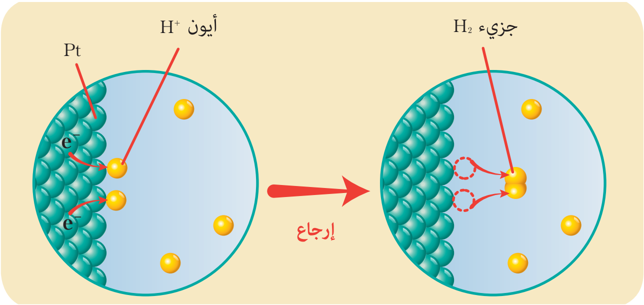


ممّ يتكوّن مَسرى الهدروجين؟ وما أهميّته؟
يتكوّنُ مَسرى الهدروجين من صفيحةٍ من البلاتين رُسِبَت عليها طبقةٌ من البلاتين، لزيادة سطح التماس، توضَع هذه الصَّفيحة في محلولٍ لحمض كلور الماء، تركيزُه $1\,mol.L^{-1}$، ويضَخُّ فيه غاز الهدروجين بشكلٍ كافٍ ومُستمِرّ في الشّروط القياسيّة.

- يتأكسدُ جزءٌ من غازِ الهدروجين إلى أيُون الهدروجين: $H_{2(g)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$



- كما يرجعُ جزءٌ من أيُون الهدروجين إلى غاز الهدروجين: $2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$



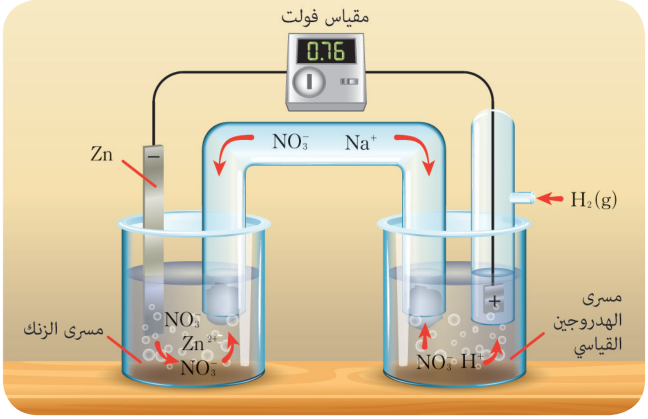
- يعتبرُ كمونُ مَسرَى الهدروجين في الشّروط القياسيّة مُساوياً للصّفر.

$$E^{\circ}_{(H_2/2H^+)} = 0\,V$$

تكمُن أهمّية مَسرى الهدروجين القياسيّ في قياسِ كمونِ إرجاعِ بقيَّة المسارِ الأخرى.

تطبيق (3):

أتأملُ الخليّةَ الغلفانيّةَ الموضّحةَ بالشّكلِ المُجاورِ، المُستخدَمةَ لقياس كمونِ إرجاعِ الزّنكِ، بوساطة مَسرى الهدروجينِ القياسيّ.



1. أكتبُ المُعادلتَين المُعبّرتَين عن نصفَي التّفاعُلين الحاصلَين في الخليّة:

بما أنَّ الإلكتروناتِ تنتقلُ من مَسرى الزّنك إلى مَسرى الهدروجين القياسيّ.

أستنتجُ: أنّ مَسرى الزّنك يقومُ بدورِ المُرجع، ويشكِّل المصعد:

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

بينَما مَسرى الهدروجين القياسيّ يقومُ بدور المُؤكسد، ويشكّل المهبط:

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

2. أكتبُ رمزَ هذه الخليّة الغلفانيّة:

$$Zn/Zn^{2+}_{(aq)} \parallel 2H^+_{(aq)}/H_2$$

3. أطبّق العلاقة: $E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{إرجاع}}(\text{مهبط}) - E^\circ_{\text{إرجاع}}(\text{مصعد})$ لحسابِ قيمة كمون الإرجاع القياسيّ لِمَسرى الزّنك $E^\circ_{\text{إرجاع}}(Zn/Zn^{+2})$ بالاستفادة من:

– دلالة مِقياس الفولط تُساوي: $E^\circ_{\text{خلية}} = 0.76\ V$

– قيمة كمون مَسرى الهدروجين القياسيّ: $E^\circ_{H_2/2H^+} = 0\ V$

بالتّعويض:

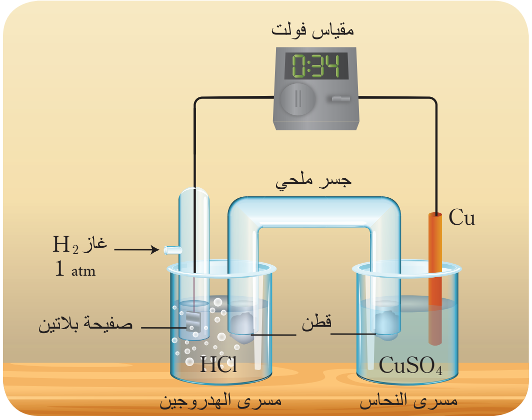
$$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{إرجاع}}(\text{مهبط}) - E^\circ_{\text{إرجاع}}(\text{مصعد})$$

$$0.76\ V = 0 - E^\circ_{(Zn/Zn^{2+})}$$

$$E^\circ_{(Zn/Zn^{2+})} = -0.76\ V$$

نشاط (1):

تتألّفُ خليّةٌ غلفانيّةٌ من مَسرى النّحاس، ومَسرى الهدروجين القياسيّ، الجسرُ الملحيّ فيها من نترات البوتاسيوم KNO_3 تركيزُه $1\ mol.L^{-1}$، إذا علمتَ أنّ القوّةَ المُحرّكةَ الكهربائيّةَ للخليّة يُساوي $0.34\ V$،



المطلوب:

1. حدّدِ المصعد و المهبط في هذه الخليّة.
2. احسبْ كمونَ إرجاع مَسرى النّحاس القياسيّ $E^\circ_{red}(Cu/Cu^{2+})$

إثراء:

قياس كمون خلية في الشّروط غير القياسية

أتساءَلُ

- إلى أيِّ مدىً تعملُ الخليّة الغلفانيّة في إنتاجِ القوَّة المُحرّكة الكهربائيّة إذا خضعَت إلى شروطٍ مُختلِفة عن الشّروط القياسيّة؟
- هل تتغيّرُ القوّة المُحرّكة الكهربائيّة في حالِ كانَت درجةُ حرارةِ الخليّة مُرتفِعةً، أو اختلفَ تركيزُ المحلول، عندَ كلّ مَسرى من مَسارِ الخليّة؟

أجيبُ

- درسَ العلماءُ تأثيرَ الشّروط الخارجيّة على الخلايا، وقد توصّلَ العالِمُ نرنست إلى قانونٍ سُمِّيَ باسمه:

$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

حيثُ E هي القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للخليّة.

R ثابِت الغازات العام، ويُساوي $8.314472\ \text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

T **درجةُ الحرارة مُقدَّرة بالكلفن, وتُساوي:** $T(K) = 273 + t°C$.

n عددُ الإلكترونات المُتبادَلة في مُعادَلة الأكسدة إرجاع الحاصلة.

F ثابِت فاراداي $F = 96485\ \text{C/mol}$.

Q نسبةُ تركيز أيُونات الموادّ النّاتجة إلى تركيز أيُونات المواد المُتفاعِلة.

بتعويض R بقيمتِها، واعتبار درجة الحرارة $298\ \text{K}$، وثابِت فاراداي بقيمته، وتحويل اللوغاريتم النبري إلى عشري، يصبحُ القانون:

$$E = E^{\circ} - \frac{0.0592}{n} \log Q$$

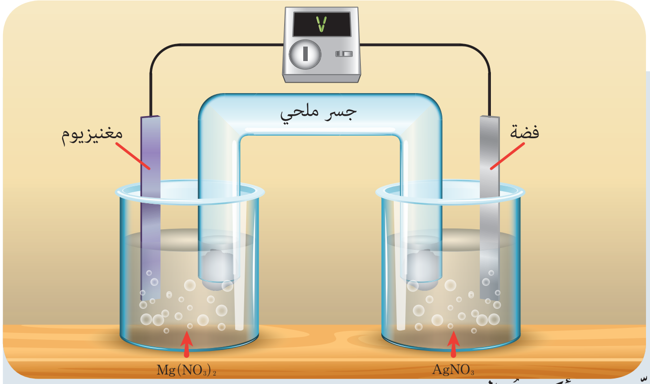
تعلّمت

- تتألّفُ الخليّة الغلفانية من مسريَين لمَعدنَين مُختلِفَين يربطُ بينَهما جسرٌ ملحيّ.
- يتألّفُ المَسرى من صفيحةٍ معدنيّة مغمورة في محلولٍ يحوي أيُوناته.
- تستطيعُ الخليّةُ الغلفانيّة توليدَ قوّةٍ مُحرِّكة كهربائيّة، وتتعلّقُ القوَّة المُحرِّكة الكهربائيَّة بكمونِ الإرجاع القياسيّ لكلا المسريين المستخدمين في تشكّيل الخلية.
- يُمكنُ حساب كمون الإرجاع القياسيّ للخليّة الغلفانية من خلال تطبيق القانون الآتي:

$$E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{إرجاع}}\ (\text{مهبط}) - E^{\circ}_{\text{إرجاع}}\ (\text{مصعد})$$

- يتكوّنُ مَسرى الهدروجين من صفيحةٍ من البلاتين مغمورةٍ في محلولٍ لحمض كلور الماء، تركيزُه $1\ \text{mol.L}^{-1}$ ويضخُّ فيه غازُ الهدروجين بشكلٍ كافٍ ومُستمرٍّ في الشّروط القياسيّة، ليكونَ ضغطُه مُساوياً $1\ \text{atm}$.
- يعتبرُ كمونُ مسرى الهدروجين في الشّروط القياسيّة مساوياً للصّفر.

أختبر نفسي



أولًا: اخترِ الإجابةَ الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

الخليّة الغلفانيّة الكهركيميائيّة $Mg/Mg^{2+} \parallel Ag^{+}/Ag$ المبيّنة في الشكل الآتي:

1. عندَ وصلِ دارتِها الخارجيّة تنتقلُ الإلكترونات فيها نحوَ صفيحة:
   - a. الفضّة، ويتأكسدُ الفضة.
   - b. الفضّة، ويتأكسدُ المغنزيوم.
   - c. المغنزيوم، ويتأكسدُ الفضّة.
   - d. المغنزيوم، ويتأكسدُ المغنزيوم.

2. الجسرُ الملحيُ في الخليّة:
   - a. يسمَحُ بالخلط الميكانيكيُ بينَ محلولَي المسريَين.
   - b. ينقلُ الإلكترونات الحرّة بينَ المسريَين.
   - c. يسمَحُ بالتوازُن الأيُوني بينَ المسريَين.
   - d. ليسَ ضرورياً لعمل الخليّة ويُمكنُ إزالته.

3. يدلُّ الرّمز ‖ في تمثّيل الخليّة الغلفانيّة على:
   - a. إلكترود غازي.
   - b. سلكٍ معدنيّ ناقلٍ للإلكترونات.
   - c. مَسرى الهدروجين القياسيّ.
   - d. الجسر الملحي.

4. نصفُ الخليّة Mg/Mg^{2+} يمثّلُ:
   - a. المصعد ويشكّلُ القطب الموجِب للخلية.
   - b. المهبط ويشكّلُ القطب السّالِب للخليّة.
   - c. المصعد ويشكّلُ القطب السّالِب للخلية.
   - d. المهبط ويشكّلُ القطب الموجِب للخليّة.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. وجود الجسر الملحيّ في الخليّة الغلفانيّة.
2. القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لخليّة مؤلفة من مسريين متماثلين تساوي الصفر.
3. يشكّل مسرى النّحاس المهبط ومسرى الزّنك المصعد في خلية دانيال.

ثالثاً: اعتماداً على كمونات الإرجاع القياسيّة لأنصاف التّفاعُلات التلقائية في الجدول الآتي:

$A^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow A_{(s)}$	1.33 V
$D^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow D_{(s)}$	−1.59 V
$C^{3+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow C^{2+}_{(aq)}$	−0.12 V
$B^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow B_{(s)}$	0.87 V

المطلوب:

1. رتّب العوامل المؤكسدة في أنصاف التّفاعُلات السابقة تنازلياً حسب قوة كلّ منها.
2. أكتب العوامل المؤكسدة التي تؤكسد C^{2+}.

رابعاً: خلية غلفانية يحدث فيها التّفاعُل التلقائي الآتي:

$$A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow A^{-}_{(aq)} + B^{+}_{(aq)}$$

1. اكتب نصفي التّفاعُلين الحاصلين فيها.
2. حدّد التّفاعُل ذو الكمون الأعلى.
3. اكتب تمثيل هذه الخلية.

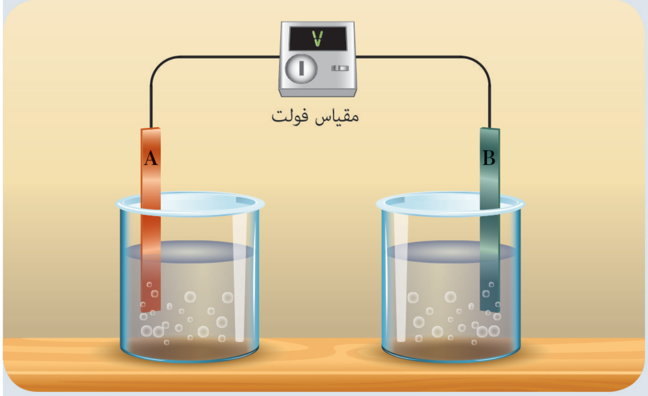
خامساً: حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

اعتماداً على نصفي التّفاعُلين الآتيين:

$$A^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow A_{(s)} \quad E^{\circ}_{red} = -0.10\ V$$

$$B^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow B_{(s)} \quad E^{\circ}_{red} = -1.10\ V$$



المطلوب:

1. أكمل الرسم المجاور لتشكّيل خلية غلفانية قياسية، يحدث فيها نصفي التّفاعُلين السابقين.
2. حدّد كلاً من مصعد ومهبط هذه الخلية.
3. حدّد جهة حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية.
4. احسب القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للخليّة في الشّروط القياسيّة.

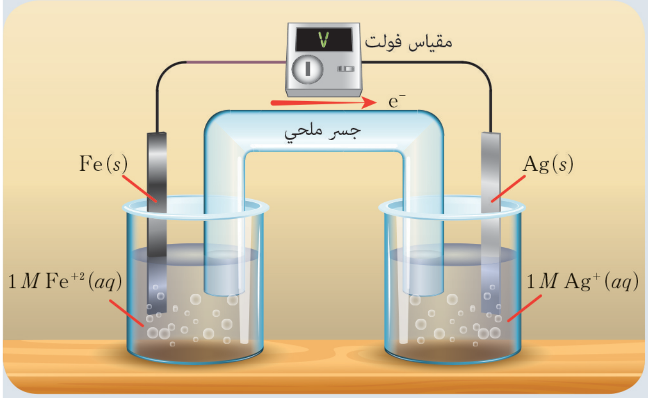
المسألة الثانية:

لديك الخليّة الغلفانيّة الآتية:

يحدثُ فيها نصفَي التّفاعُلين الآتيَين:

$$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Fe_{(s)} \quad E = 0.44$$

$$Ag_{(s)} + e^{-} \rightleftarrows Ag^{+}_{(aq)} \quad E = 0.80$$



المطلوب:

1. اكتب اسم المَسرى الذي يشكّلُ كلّاً من المهبط والمصعد.
2. احسبِ القوَّة المُحرِّكة الكهربائيّة لهذه الخليّة.

تفكير ناقد

عند قياس فرق الكمون لبعض الخلايا الكهربائيّة بوساطة مِقياس فولط، غالباً تكونُ قيمتُه مُغايرةً للقيمة التي كتبت عليها، ما أسباب ذلك برأيك؟

أبحث أكثر

تُستخدَمُ في عددٍ من الأجهزة خلايا ذاتُ قوّة مُحرِّكة كهربائيّة 1.5 V قابلة للشّحن، ابحثْ في مكتبةِ مدرستك أو في الشّابكة عن الموادّ التي تدخلُ في تركيبِها وآلية عملها.

4 الخلايا الكهربائيّة

الأهداف:

* يُصنّف الخلايا الكهربائيّة إلى أولية وثانوية.
* يَتعرَّف الخلايا الملحيّة.
* يُقارِن بين الخلايا الملحيّة والخلايا القلويّة.
* يَتعرَّف الخليّة الرصاصية.
* يَتعرَّف خليّة الليثيوم – أيُون.
* يَتعرَّفُ خلايا الوقود الهدروجينيّة.

الكلمات المفتاحية:

* خلايا لوكلانشيه.
* الخلايا القلويّة.
* خلايا الوقود الهدروجينيّة.
* المُدَّخرة الرّصاصيّة.
* مُدَّخرة الليثيوم أيُون.
* الخليّة الجافّة.

تعتمدُ بعضُ الأجهزة الكهربائيّة على خليّة غلفانيّة أو أكثر، للحصول على الطاقة الكهربائيّة، صُمّمَت هذه الخلايا بحيثُ تُلائِم عمل الأجهزة التي تحويها، ندعو هذه الخليّة عموماً بالمُدَّخرة، ويُشاعُ بينَ الناس استخدامُ كلمة بطّارية Battery.

كيفَ تتمُّ صناعتُها؟ وما التّفاعُلات التي تحدثُ فيها؟

نشاط (1):

صنّف الخلايا الآتية, بحسبِ قابليّتها للشّحن, وإعادة الاستخدام من جديد.

تصنَّف الخلايا الكهربائيّة إلى نوعَين:

- **الخلايا الأوّليّة:** غير قابلة للشّحن، مثّل الخلايا المُستخدَمة في المِصباح الكهربائيّ المحمول.
- **الخلايا الثانوية:** قابلة للشّحن، مثّل الخلايا المُستخدَمة في الهاتف المحمول.

بعضُ الخلايا الأوليّة:

خليّة لوكلانشيّه:

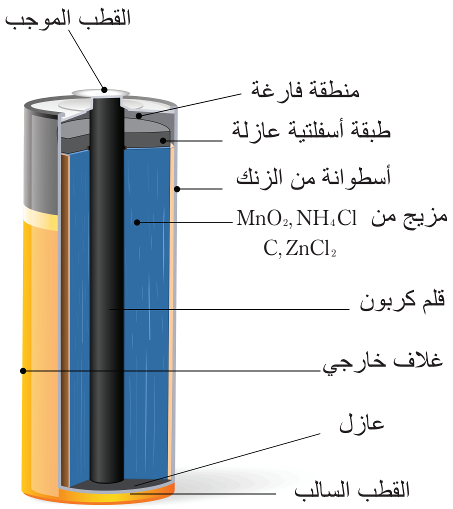
تُستخدَم في بعض الأجهزة الكهربائيّة المَنزليّة، مثل أجهزة التّحكُم عن بُعد، وساعات الحائِط، وبعض أجهزة الراديو الصّغيرة وغيرها.

وصفُ الخليّة

- تتألَّفُ من:
  - المصعد: أسطوانة من الزّنك تُشكّل القطب السّالب للخليّة.
  - مزيج مؤلَّف من: ثنائيّ أكسيد المنغنيز MnO_2 ، محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ، محلول كلوريد الزنك $ZnCl_2$ ، ومسحوق الكربون C ، يُضافُ النشاء إلى المزيج ليصبحَ بشكل عجينة كي لا ينساب من أسطوانة الزّنك.
  - المهبط: قلمٌ من الكربون ذو رأسٍ نحاسيّ يوضَع في مركز الأسطوانة من دون أيّ تماسٍ معَها، تحيطُ به العجينة بشكلٍ كاملٍ، ويُشكِّل القطبُ الموجِب للخليّة.
- القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لهذه الخليّة تُساوي 1.5 V.

التّفاعُلات الكيميائيّة التي تتمُّ في خليّة لوكلانشيه

نشاط (2):



لديكَ خليّة لوكلانشيه. المطلوب:

1. أكتبُ نصفَي التّفاعُل الحادثين عند كلٍ من المصعد والمهبط.
أحدِّدُ دورَ كلاً من: ثنائي أكسيد المنغنيز، قلم الكربون، مسحوق الكربون.
أستنتِجُ التّفاعُل الكلّي الذي يحدثُ في هذه الخليّة.

الحلّ:

1. عندَ المصعد يحدثُ تَفاعُل الأكسدة الآتي:

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

عندَ المهبط يحدثُ تَفاعُل الإرجاع الآتي:

$$2e^- + 2NH^+_{4(aq)} \longrightarrow 2NH_{3(aq)} + H_{2(g)}$$

2. يؤكسدُ ثُنائيّ أكسيدُ المنغنيز الهدروجين المُتشكِّل عندَ المهبط، وفقَ المُعادَلة الآتية:

$$H_{2(g)} + MnO_{2(s)} \longrightarrow MnO_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

ينقلُ قلمُ الكربون الإلكترونات إلى العجينة، يعملُ مسحوقُ الكربون على تحسين التّماس.

3. بجمعِ المُعادَلات الثلاث نحصلُ على التّفاعُل الكلّي:

$$2NH^+_{4(aq)} + MnO_{2(s)} + Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + MnO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2NH_{3(aq)}$$

الخليّة القلويّة

وصفُ الخليّة

- تتألَّفُ من:
  - المصعد: مسحوق من الزّنك.
  - محلول هدروكسيد البوتاسيوم المُركّز KOH هلاميّ القوام لمنعِ انسيابِه خارج الخلية.
  - المهبط: مزيج من مسحوق الكربون وثنائيّ أكسيد المنغنيز MnO_2.

يوضَع المصعد والمهبط في أسطوانةٍ معدنيّةٍ مُغلَقة بشكلٍ جيد.

- القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لهذه الخليّة تُساوي 1.5 V.

إثراء:

التّفاعُلات الكيميائيّة التي تحدثُ في الخليّة القلويّة:

- عندَ المصعد:

$$Zn_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow ZnO + H_2O + 2e^-$$

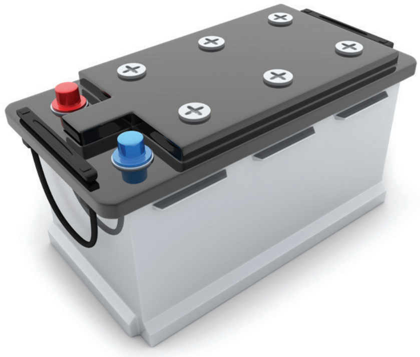
- عندَ المهبط:

$$2MnO_{2(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow Mn_2O_3 + 2OH^-_{(aq)}$$

إثراء:

تُباع في الأسواق مدخرات بقوّة مُحرّكة كهربائيّة مقدارُها $9\ V$ ، هذه مدخرات تحوي بداخلها على ستّ خلايا لوكلانشيه أو خلايا قلويّة، قدرةُ كلِّ خليّة صغيرة $1.5\ V$ موصولة على التّسلسل.

الخلايا الثّانويّة: القابلة للشّحن



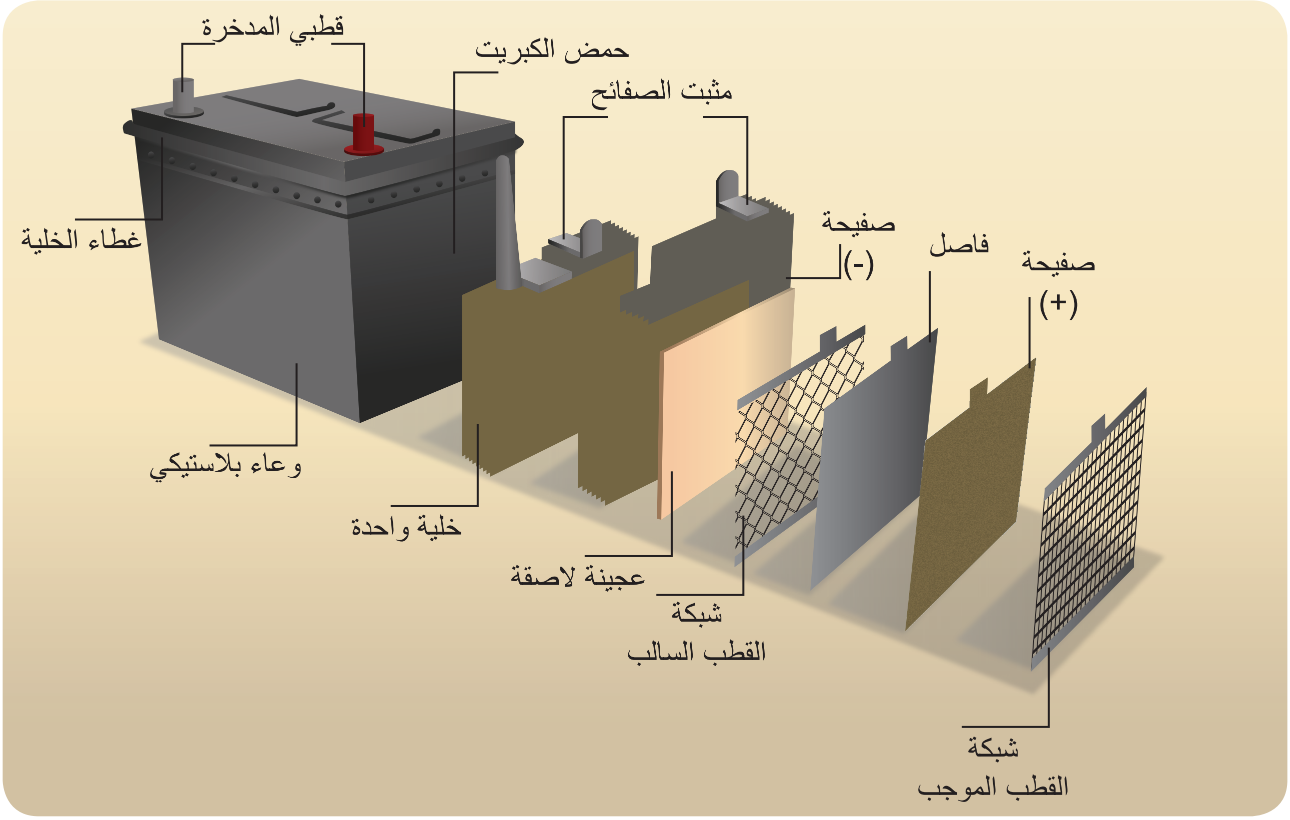
المُدَّخرَة الرصاص الحامضية

وصف المُدَّخرَة

- تتألَّفُ من ستّ خلايا ترتبطُ مع بعضها على التّسلسل.
- تتألَّفُ الخليّة الواحدة من:
  - المهبط: شبكة من ثنائيّ أكسيد الرصاص PbO_2 مُثبّت على صفيحةٍ ناقلة.
  - المصعد: شبكة من الرّصاص Pb مُثبَّت على صفيحةٍ ناقلة.
- طبقة رقيقة من مادّة بلاستيكيّة تفصلُ بينَ الشبكتَين المُتقابلتَين في وعاءٍ بلاستيكيّ، ويتمُّ غمرُهما بمحلول حمض الكبريت، تركيزه $1\ mol.L^{-1}$.
- القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لكلِّ خليّة تساوي $2.05\ V$ ، فتكونُ القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للمُدَّخرَة تُساوي:

$$2.05 \times 6 = 12.3\ V$$

- يكونُ حمضُ الكبريت سائلاً في المُدَّخرَة السّائلة، بينَما تُضاف له بعضُ المُركَّبات الكيميائيّة ليصبحَ هلامياً في المُدَّخرَة الرصاصيّة الجافّة.



نشاط (3):

لديك مُدَّخَرة رصاصيّة والمطلوب:

1. اكتب التّفاعُلات الكيميائيّة التي تحدثُ عندَ كلٍّ من المصعد والمهبط في أثناء عمليّة التّفريغ.
2. استنتجْ مُعادَلة التّفاعُل الكلّيّ التي تحدثُ في أثناء التّفريغ.
3. احسب القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للمُدَّخرة، إذا علمتُ أنَّ:

$$PbO_2/Pb^{2+} \quad E^{\circ}_{red} = +1.685\,V$$
$$Pb/Pb^{2+} \quad E^{\circ}_{red} = -0.456\,V$$

4. أكتبُ التّفاعُل الذي يحدثُ في الخليّة في أثناء عمليّة شحن المُدَّخَرة بالتّيار الكهربائيّ DC.

الحلّ:

- في أثناء تفريغ الخليّة تحدثُ التّفاعُلات الآتية:

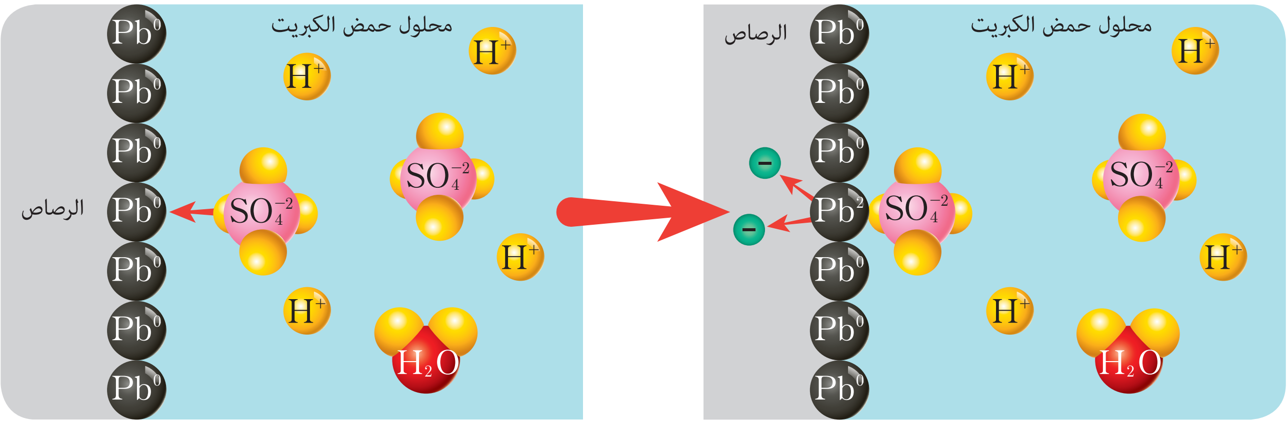
عندَ المصعد:

– يتأكسدُ الرّصاص وفقَ المُعادَلة الآتية:

$$Pb_{(s)} + HSO^{-}_{4(aq)} \longrightarrow PbSO_{4(s)} + H^{+}_{(aq)} + 2e^{-}$$

– يتأيّنُ حمضُ الكبريت على مرحلتَين على الشّكل

$$H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow HSO_4^{-} + H_3O^{+}$$
$$HSO_4^{-} + H_2O \rightleftarrows SO_4^{2-} + H_3O^{+}$$



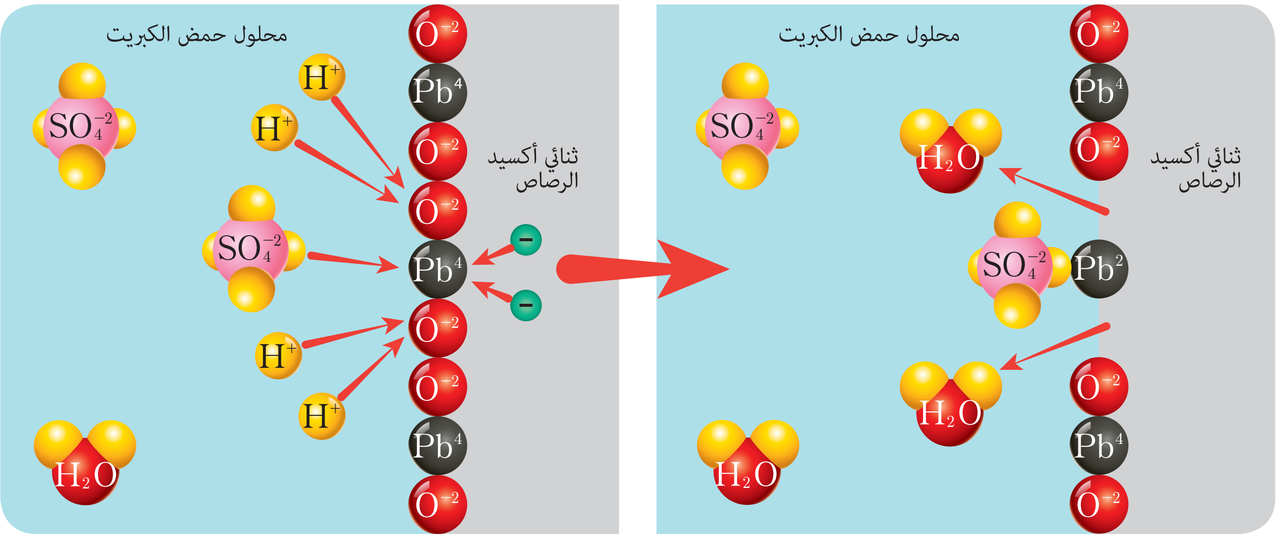
عندَ المهبط:

– يرجعُ ثنائيّ أكسيد الرّصاص وفقَ المُعادَلة الآتية:

$$PbO_{2(s)} + HSO^{-}_{4(aq)} + 3H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

– يكونُ التّفاعُل الكلّي عندَ التّفريغ مُمثّلاً بالمُعادلة الآتية:

$$PbO_{2(s)} + Pb_{(s)} + 2HSO^{-}_{4(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} \longrightarrow 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$$



– القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للخليّة:

$$E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{إرجاع}}\ (\text{مهبط}) - E^{\circ}_{\text{إرجاع}}\ (\text{مصعد})$$

$$E_{cell} = +1.685 - (-0.456) = +2.014\ V$$

بالتالي القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للمُدّخرة:

$$E = 2.041 \times 6 = 12.246\ V$$

– في أثناء شحن المُدَّخرَة بالتيار الكهربائيّ DC

$$2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow PbO_{2(s)} + Pb_{(s)} + 2HSO^{-}_{4(aq)} + 2H^{+}_{(aq)}$$

إثراء:

التّعامُل معَ المُدَّخَرة الرصاصيّة

تستخدم المُدَّخَرة الرصاصيّة الحمضيّة عموماً في السيارات لتشغيلها من خلال إدارة المُقلّع (المارش) وفي المنازِل لإنارةِ المصابيح في حالِ انقطاع التّيار الكهربائيّ، ولضمانِ عمرٍ طويل لهذه المُدَّخَرات لابدَّ من بعض النّصائح العامة:

- عند شراء مدخرة جديدة يجب الانتباه إلى سعتِها، حيثُ أنَّ كلَّ مُدَّخَرة تمتلكُ سعةً مُحدَّدة تُقدَّر بواحدة الأمبير تتناسبُ هذه السّعة مع حجمِها.
- عندَ شراء مُدَّخرَة لتعمل ضمن المنزل يجبُ اقتناء شاحنٍ يتناسبُ وسعة المُدَّخَرة، بشكلٍ عام ينصَح بألّا يتجاوزَ شدةُ تيّار الشاحن 10% من سعة المُدَّخَرة التخزينيّة للمُدَّخَرة.
- عندَ وصل سلكَي الشّاحن إلى المُدَّخرة يراعَى أن يكونَ فرقُ الكمون ثابتاً بينَ طرفَيه، ويزيدُ عن 12.5 V، وتعتبَرُ القيمةُ المثاليّة لفرق الكمون لتيار الشّحن 13.2 V حيثُ يتمُّ شحن المُدَّخَرة ببطء، وهذا يتناسبُ مع سرعة تَفاعُل تفكُّك كبريتات الرّصاص، علماً أنَّ الشَّحن السّريع يقلّلُ من عمرِ المُدَّخَرة بشكلٍ كبير، وأنّ سرعةَ الشّحن تزدادُ كلما زادَ فرقُ الكمون بينَ سلكَي الشّاحن.
- لشحنِ المُدَّخَرة يتمُّ وصلُ سلك الشّاحن الموجب ذي اللّون الأحمر بقطبِ المُدَّخَرة الموجِب (+)، ووصلُ سلك الشّاحن السّالب (−) ذي اللون الأسود إلى القطب المُدَّخَرة السّالب.
- يجبُ فصلُ الشّاحن عن المُدَّخَرة بعد انتهاء الشَّحن، وتجدرُ الإشارة أنَّ استمرارَ وصلِ الشّاحن بعدَ اكتمالِ الشَّحن يؤدّي لحدوثِ تَفاعُلات جانبيّة، حيثُ يتفكَّك الماءُ إلى هيدروجين وأوكسجين، وتظهرُ فقاعاتُ واضِحة في السائل الحمضيّ مُترافِقاً مع انخفاضِ مُستواه في الخلايا إلى مستوىً يؤدّي لأضرارٍ في المُدَّخَرة.
- عندَ نقصان مستوى السّائل في المُدَّخرة يجبُ إضافة الماء المقطّر حصراً، ويلجأ بعضُ الأشخاص إلى إضافة الماء العادي أو المغلي أو حتى الماء المُستخرَج من المكيفات وأجهزة التبريد، هذا الماء يحوي على أيُونات مختلفة تؤدي لحدوث تَفاعُلات جانبية وهو ما يعرف بتسمُّم المُدَّخَرة.
- يجبُ أن يتمَّ التّأكُّد من تركيز حمض الكبريت من خلال فنّيٍّ مُختَصٍ كلَّ عدَّة أسابيع، واستبدال الحمض في حال لزم ذلك.

مُدَّخرة الليثيوم - أيون

أصبحَت مُدَّخـرات الليثيوم–أيـون أكثـر أنـواع المُدَّخـرات انتشـاراً، تعتمـدُ عليهـا الأجهـزة الكهربائيّـة المحمولـة الحديثة بشكل أساسيّ، كالهواتف المحمولة والحواسب المُتنقّلة والكاميرات الرّقميّة والأجهزة اللوحيّة وغيرها.

من أهمّ ميزاتِها:

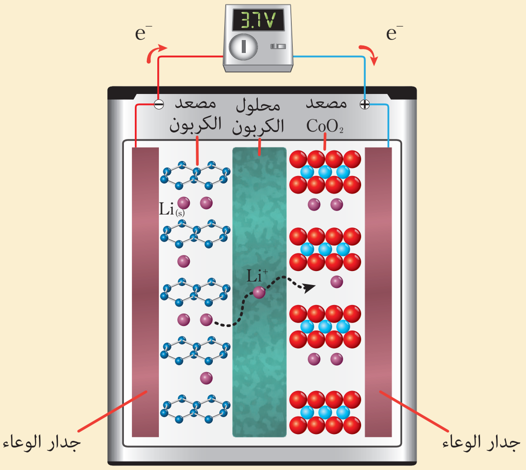
- وزنُها أخفُّ مُقارَنةً مع المُدَّخرات الأخرى.
- قدرتُها على تخزين كمّيةٍ كبيرةٍ من الطاقة.
- عمرُها طويلٌ مُقارنة معَ المُدَّخرات الأخرى.

وصف المُدَّخرة

- تتألَّفُ المُدَّخرة من:
  - **المصعد:** يتكوَّنُ من طبقاتٍ صغيرةٍ جدّاً من الكربون (الغرافيت) تترسَّبُ عليه ذراتُ الليثيوم.
  - **المهبط:** يتكـوَّن مـن أكسيـد أحـد العناصـر الانتقاليّـة، وعـادة مـا يُستخدَم أكسيـد الكوبالـت CoO_2 فـي المُدَّخـرات التجاريّـة.
  - يتـمُّ فصل المصعـد عن المهبط بمحلول إلكتروليتي كثيفٍ لا يحوي على الماء، يَسمحُ بمرورِ أيُونات الليثيوم عبرَه ليشكّلَ بذلك جسراً ملحيًّا.
- القوَّة المُحرِّكة لهذه المُدَّخرة $3.7\ V$

إثراء:

التّفاعُلات الكيميائيّة التي تحدثُ عندَ كلٍّ من المصعد والمهبط في أثناء التفريغ



- **عنـد المصعـد:** تتأكسـدُ ذرَّات الليثيـوم وفـق المُعادَلـة الآتيـة:

$$LiC \longrightarrow C + Li^{+} + e^{-}$$

- **عنـد المهبـط:** تنتقـلُ أيُونـات الليثيـوم عبـرَ المحلـول الكهرليتـي إلـى المهبـط ليحـدث التّفاعُـل الآتـي:

$$Li^{+} + CoO_2 + e^{-} \longrightarrow LiCoO_2$$

- بجمعِ المُعادلتَين نحصلُ على المُعادلَة الكلّيّة لعملية التفريغ

$$CoO_2 + LiC \longrightarrow LiCoO_2 + C$$

في أثناءِ شحنِ المُدَّخرة يحدثُ التّفاعُل الكلي الآتي:

$$LiCoO_2 + C \longrightarrow CoO_2 + LiC$$

إثراء:

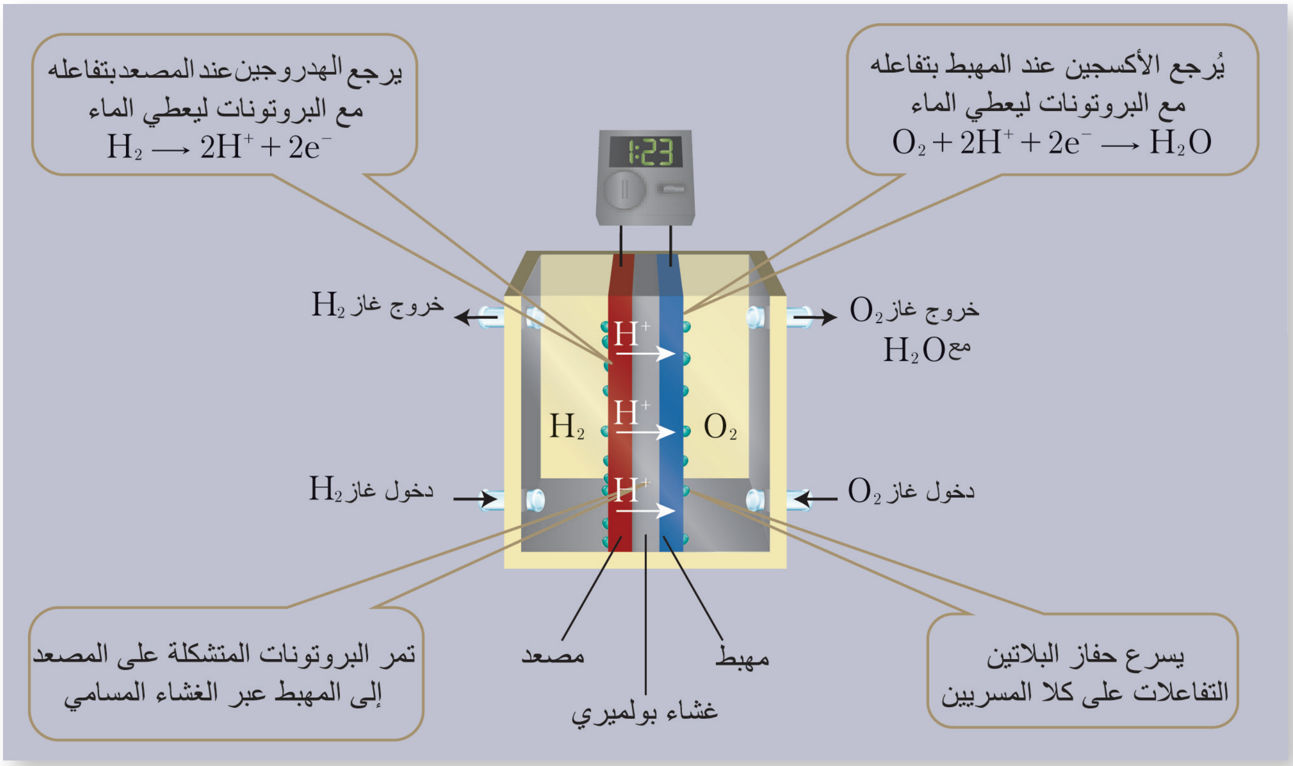
أدَّت بعضُ الحوادثِ إلى انفجار خلايا الليثيوم، ويعودُ ذلك إلى أنَّ الليثيوم يعتبَر من العناصر ذات نشاطٍ كيميائيّ كبير، فعندَ ارتفاع درجة الحرارة في المُدَّخَرة أو وصول كمّية قليلة من الرّطوبة فإنّ المُدَّخَرة قد تنفجَّر لذلك يُنصَحُ بعدم استخدام الأجهزة الحاوية على مُدَّخَرة الليثيوم في أثناء شحن الجهاز خوفاً من ارتفاع درجة حرارته.

بسببِ خطورةِ الليثيوم يتمُّ تغليف الخليّة بشكل جيد جدّاً منعاً من وصول الرّطوبة إلى داخلها، ولذلك وعندَ حدوث تَفاعُلات جانبيّة قدْ تنطلقُ بعضُ الغازات داخل الخليّة نتيجة للاستخدام السّيء أو انتهاء فترة صلاحيّتها ممّا يؤدّي لانتفاخِها إلى حجمٍ قد يصلُ إلى 200% من حجم الخليّة ويُنصَحُ عندَ مُلاحَظة ذلك تبديلها.

خليّة الوقود الهدروجينيّة:

تُستخدَم هذه الخلايا في الأقمار الصناعيّة، ويُعمل على استخدامها حديثاً في وسائط النقل، للتقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري.

تُعدُّ هذه الخليّة صديقة للبيئة لأنَّها تعتمدُ على الهدروجين والأكسجين معاً كوقودٍ في توليد التّيار الكهربائيّ المُتواصِل.



تعلّمت

- تُصنَّف الخلايا الكهربائيّة إلى نوعَين:

خلايا أوّلية: غير قابلة للشَّحن **وخلايا ثانويّة:** قابلة للشَّحن.

- **خليّة لوكلانشيه** تتألَّفُ الخليّة من:
  - المصعد: أسطوانة من الزّنك.
  - مزيج من: ثنائيّ أكسيد المَنغنيز، محلول كلوريد الأمونيوم، محلول كلوريد الزنك، ومسحوق الغرافيت.
  - المهبط: قلم من الغرافيت.
  - القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لهذه الخليّة تساوي $1.5\,V$.
- **الخليّة القلوية** تتألَّفُ الخليّة من:
  - المصعد: مسحوق من الزنك.
  - محلول هدروكسيد البوتاسيوم المُركَّز KOH.
  - المهبط: مزيج من مسحوق الغرافيت وثُنائيّ أكسيد المنغنيز MnO_2.
  - القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لهذه الخليّة تُساوي $1.5\,V$.
- **مُدَّخرة الرصاص الحمضية** تتألَّفُ من ست خلايا موصولة على التسلسل تتألَّفُ الواحدة من:
  - المهبط: شبكة من ثُنائيّ أكسيد الرَّصاص PbO_2.
  - المصعد: شبكة من الرّصاص Pb.
  - يتمُّ غمرُهما بمحلولِ حمض الكبريت، تركيزه $1\,mol.L^{-1}$.
  - القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لكلّ خليّةٍ تُساوي $2.041\,V$، ولكامل المُدَّخرة $12.246\,V$
- **مُدَّخرة الليثيوم – أيُون** تتألَّفُ من:
  - المصعد: يتكوَّنُ من طبقاتٍ صغيرةٍ جدّاً من الغرافيت تترسَّبُ عليه ذرَّاتُ الليثيوم.
  - المهبط: يتكوَّن من أكسيدِ الكوبالت CoO_2.
  - يتمُّ فصلُ المصعد عن المهبط بمحلولٍ إلكتروليتي كثيفٍ يشكّل الجسرَ الملحيّ.

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابةَ الصَّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لخليّة لوكلانشية:

a. $5.1\ V$. **b.** $1.5\ V$. **c.** $3.7\ V$. **d.** $2.1\ V$.

2. يُؤكسد ثُنائيّ أكسيد المنغنيز في خليّة لوكلانشيه:

a. الزّنك. **b.** كلوريد الأمونيوم. **c.** الغرافيت. **d.** الهدروجين.

3. يلعبُ دور المهبط في الخليّة الرّصاص الحمضية:

a. الرّصاص. **b.** أكسيد الرصاص. **c.** حمض الكبريت. **d.** ثاني أكسيد المنغنيز.

4. تصنعُ المسارِ في خلايا الوقود الهدروجينية من:

a. الرّصاص. **b.** الغرافيت. **c.** أكسيد الكوبالت. **d.** البلاتين.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

1. القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للخليّة القلويّة تُساوي القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لخليّة لوكلانشيه.

2. عزل الخلايا القلويّة ومُدَّخَرة الليثيوم – أيون بشكل جيد.

3. يجبُ ألا يحويَ المحلول الإلكتروليتي الناقل في مُدَّخَرة الليثيوم – أيون على الماء.

4. تحتاجُ خلايا الوقود الهدروجينية لدارة تبريد.

5. تُعتبَرُ خلايا الوقود الهدروجينيّة صديقة للبيئة.

ثالثاً: أجِب عن السّؤالين الآتيين:

1. قارِن بين خليّة لوكلانشيه والخليّة القلويّة من حيث: (المهبط، المصعد، المحلول الإلكتروليتي).

2. احسب القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لمُدَّخَرة رصاصّية حمضيّة، إذا علمتَ أنَّها تحوي ثلاثَ خلايا ، وتتم التّفاعُلات في هذه الخلايا على الشّكل:

PbO_2/Pb^{+2} $E^{\circ}_{red} = +1.685\ V$

Pb/Pb^{+2} $E^{\circ}_{red} = -0.456\ V$

تفكير ناقد

تحتاجُ آلةً موسيقيَّة كهربائيَّة إلى قوّة مُحرِّكة كهربائيّة قيمتُها $12\ V$. حدّد عددَ خلايا لوكلانشيه اللازمة لهذه الآلة، وطريقة وصلِها؛ علماً أنّ القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة $1.5\ V$ للخليّة الواحدة.

أبحث أكثر

سمعنا كثيراً عن انفجار مُدَّخَرة الليثيوم أيون في بعض الهواتف المحمولة. ابحث في الشّابكة عن الأسباب المُحتمَلة لحدوثِ ذلك.

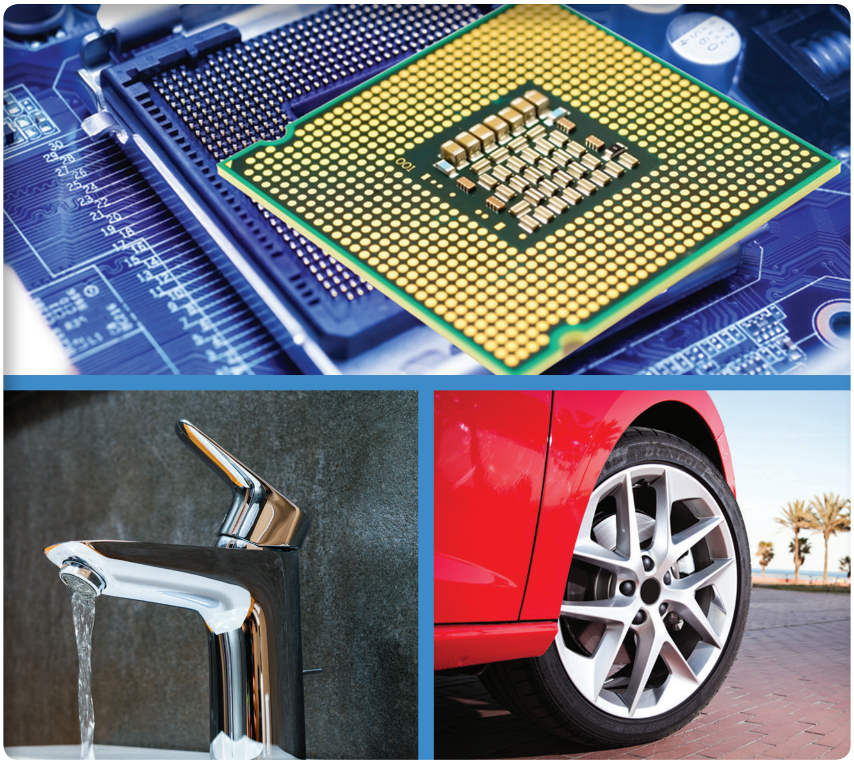
5 التّحليلُ الكهربائيّ

الأهداف:

* يشرحُ عمليةَ التَّحليل الكهربائيّ.
* يُعطِي أمثلةً عن التَّحليل الكهربائيّ.
* يُقارِنُ بينَ التَّحليل الكهربائيّ للماء في وسط (حمضيّ، أساسيّ).
* يُطبِّق قانونَ فارداي في التّحليل الكهربائيّ.
* يَتعرَّف بعضَ التطبيقات الصّناعيّة للتّحليل الكهربائيّ.

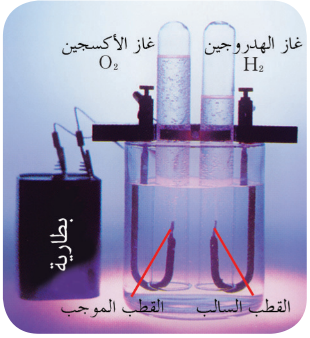
الكلمات المفتاحية:

* التحليل الكهربائي.
* الفاراداي.
* تنقية المعادن.
* الطلي الغلفانيّ.
* خليّة التحليل الكهربائيّ.



يلجأ الصناعيونَ لطلاء بعض المعادن كهربائيّاً بمعادنَ أخرى للحفاظ عليها من العوامل الخارجيّة وتحسين مظهرها وخاصيّاتها الفيزيائيّة والميكانيكيّة.

مفهومُ التّحليل الكهربائيّ:



أُجرِّبُ وأستنتِجُ (1):

الموادّ والأدواتُ اللازمة:

وعاء فولتا – منبع كهربائيّ DC – محلول هدروكسيد الصوديوم – محلول حمض الكبريت – أنابيب زجاجيّة – أسلاك توصيل – قاطعة كهربائيّة.

خطواتُ العمل:

1. أضعُ كمّية من الماء في وعاء فولتا، وأضيفُ إليه كمّية قليلة من محلول هدروكسيد الصوديوم.
2. أركّب الدّارة الموضّحة في الشّكل، ثمّ أغلِق القاطِعة، ماذا أُلاحظ؟
3. أكشفُ عن الغازين المُتجمعَين في الأنبوبَين، ماذا أستنتجُ؟
4. أكتبُ نصفَي التّفاعُل اللّذان يحدثان عندَ كلٍّ من المهبط والمصعد.
5. أكتبُ التّفاعُل الكلّيّ الحاصِل.
6. أكرّرُ الخطواتِ السابقة باستبدال محلول هدروكسيد الصوديوم بمحلول حمض الكبريت.

أستنتج: يتحلّلُ الماءُ في وعاء التحليل بوجود محلول هدروكسيد الصّوديوم أو محلول حمض الكبريت بإمرار تيارٍ كهربائي, ممّا يؤدّي إلى انطلاقِ غاز الهدروجين عندَ المهبط, وغاز الأكسجين عندَ المصعد.

	$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$
عند المهبط	$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$
عند المصعد	$4OH^- \longrightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$

تتكوّنُ خليّة التّحليل الكهربائيّ من:

1. وعاء يحوي:

– محلول أو مَصهورَ ناقِل للتيّار الكهربائيّ.

– قطبَين ناقلَين للتيار الكهربائيّ من مادّة واحدةٍ أو من موادّ مُختلِفة مغمورَين في المحلول أو المصهور.

المصعد: يتّصلُ بالقطب الموجِب لمنبع كهربائي DC ويحدث عنده تَفاعُل الأكسدة.

المهبط: يتّصلُ بالقطب السالِب لمنبعٍ كهربائيّ DC ويحدثُ عندَه تَفاعُل الإرجاع.

2. منبع لتيارٍ كهربائيّ مُتواصِل DC:

قوتُه المُحرِّكَة الكهربائيّة أكبرُ من القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة الناتِجة عن تَفاعُل الاكسدة والإرجاع التلقائيّ.

نتيجة:

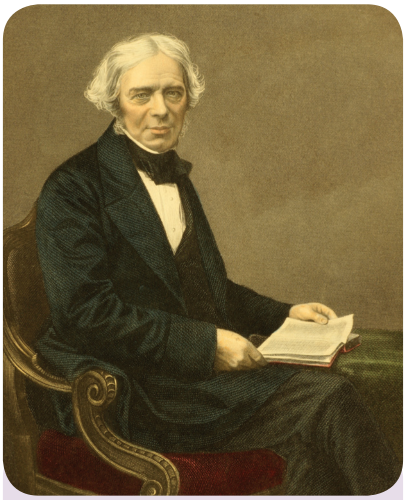
- التّحليل الكهربائيّ: عمليّة يحدثُ فيها تَفاعُل أكسدة إرجاع غير تلقائيٍّ عندَ إمرار تيارٍ كهربائيّ.
- في حال وجود أكثر من نصف تَفاعُل إرجاعٍ عندَ المهبط يحدثُ نصف التّفاعُل ذي الكمون الإرجاع الأكبر.
- في حال وجود أكثر من نصف تَفاعُل أكسدةٍ عندَ المصعد يحدثُ نصف التّفاعُل ذي الكمون الإرجاع الأصغر.

قانون فاراداي في التّحليل الكهربائيّ

نشاط (1):

دلّت الدّراسة التّجريبيّة أنّ كمّية الفضّة المُترسّبة عندَ إمرار تيّار كهربائيّ مُتواصِل شدّته 19.3 A في محلولٍ نترات الفضّة لفتراتٍ زمنيّة مُختلِفة تزداد مع ازدياد الزمن كما هو مبين في الجدول الآتي:

الزمن t	50 s	100 s	200 s
كمّية الكهرباء $q = I \times t$	---------	---------	---------
كتلة الفضّة المُترسّبة m	1.08 g	2.16 g	4.32 g
$\frac{m}{q}$	---------	---------	---------



العالم فاراداي (1791–1867)
أوجدَ سنة 1834 قانوناً في التّحليل الكهربائيّ.

المطلوب:

أكمِل الجدولَ السّابق، ماذا تستنتجُ.

أستنتجُ: تتناسبُ كتلةُ الفضَّة المُترسِّبة على المهبط طرداً معَ كمّية الكهرباء المارَّة في خليّة التَّحليل الكهربائيّ.

ينصُّ قانونُ فاراداي في التّحليل الكهربائيّ:

تتناسبُ كتلُ الموادّ المُتَفاعِلة أو النّاتِجة عندَ قطبٍ كهربائيّ سواء كانَت غازية أو صلبة في أثناءِ التّحليل الكهربائيّ طرداً مع كمّية الكهرباء المارّة في خليّة التّحليل.

ويكتبُ بالصّيغة الرياضيّة:

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n}$$

n عدد الإلكترونات المتبادلة.

q كمّية الكهرباء المارّة في الدّارة.

m كتلة المادّة المُترسِّبة أو المُنطلِقة.

F الفاراداي حيثُ $1F = (6.02 \times 10^{23})(1.6 \times 10^{-19}) \approx 96500\, C/mol$

M الكتلة المولية للمادّة المترسِّبة أو المُنطلِقة.

تطبيق (1):

نمرِّرُ تياراً كهربائياً شدتُه 0.5 A في خليّة تحليل كهربائيّة تحوي محلولَ نترات الذّهب لفترةٍ زمنيّة فيترسَّب على المهبط 1.97 g من الذّهب وينطلقُ غازُ الأكسجين على المصعد.

معَ العلم أنَّ (O:16, Au:197). المطلوبُ حساب:

1. كمّية الكهرباء المارّة في الدّارة.
2. عدد مولاتِ الأكسجين المُنطلِق.
3. زمن عمليّة التّحليل.

الحلّ:

1. $Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n}$$
$$1.97 = \frac{q}{96500} \times \frac{197}{3}$$
$$q = 2895\,C$$

2. $O^{2-} \longrightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$

$$m = \frac{2895}{96500} \times \frac{16}{2}$$
$$m = 0.24\,g$$
$$n = \frac{m}{M} = \frac{0.24}{32} = 0.0075\,mol$$

3. $t = \frac{q}{I} = \frac{2895}{0.5} = 5790\,s$

نشاط (2):

نمرِّرُ تياراً كهربائيّاً، شدتُه 10 A لمدّة 5 min في محلولٍ مائيّ لكلوريد الباريوم. المطلوبُ حساب:

1. كتلة الباريوم المُترسِّبة على المهبط.
2. كتلة غاز الكلور المُنطِلق عندَ المصعد.

الكتل الذّرية (Ba:137 , Cl:35.5).

التطبيقاتُ الصناعيّة للتّحليل الكهربائيّ

أ -الطلي الكهربائيّ: (الطلي الغلفاني):

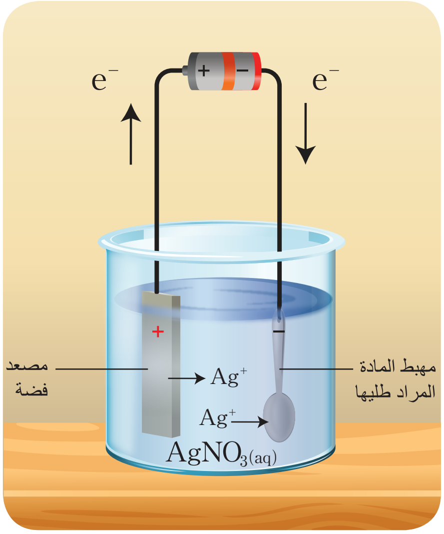
أجرِّب:

أدواتُ وموادّ التّجربة:

منبع كهربائيّ DC – محلول نترات الفضّة – صفيحة من الفضّة – ملعقة معدنيّة.

خطواتُ التَّجربة:

1. أكوّنُ دارةً كهربائيّة كما في الشّكل.
2. أصلُ صفيحة الفضَّة إلى القطبِ الموجب كما أصِلُ الملعقة إلى القطب السّالب.
3. أغمرُ كلاً من صفيحة الفضّة والملعقة المعدنيَّة بمحلول نترات الفضّة، وأغلق الدَّارة. ماذا ألاحِظ؟



ألاحِظُ:

ترسَّب طبقة من الفضّة على الملعقة وتتآكلُ صفيحة الفضّة تدريجيّاً.

أستنتجُ: يتمُّ طلي معدنٍ بمعدنٍ آخرَ بجعلِه مهبطاً, والمعدنُ الآخرُ مصعداً, في خليّة تحليل كهربائيّ تحوي مَحلولاً لأملاح المعدن المُراد الطلي به.

نشاط (3):

ما الخطواتُ التي تقومُ بها لطلي قلادةٍ معدنيّةٍ بطبقةٍ من النّحاس.

أهمّية الطلي الكهربائيّ:

- إكسابُ المعدن الأصلي مظهراً جميلاً.
- حمايةُ المعدن من التآكل والصدأ.
- إكسابُ المعدنِ قيمةً اقتصاديّة عالية، نتيجة طلائِه بمعدنٍ ثمينٍ.
- إكسابُ المعدنِ خاصّياتٍ كهربائيّةً ومغناطيسيّةً جديدةً.

إثراء:

بعض تطبيقات الطلاء الكهربائي

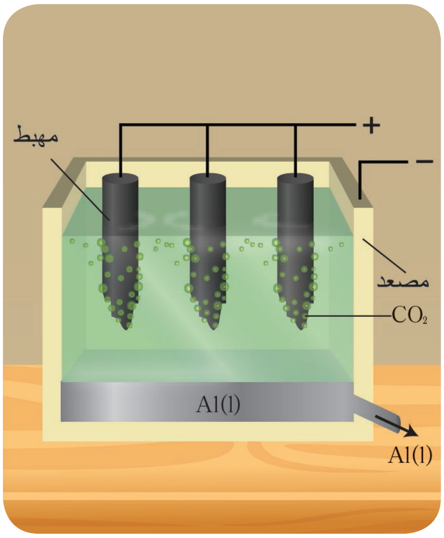
مجال التطبيق	المحلول	المهبط المعدن الذي يراد طلاؤه	المصعد المعدن الذي يزود المحلول بالأيونات المطلوبة
مجوهرات وأواني طاولة الطعام	4% $AgCN$ 4% KCN 4% K_2CO_3	Ag	Ag
مجوهرات	3% $AuCN$ 19% KCN	Au, C, Ni, Cr	Au
قطع السيارات	25% CrO_3 0.25% H_2SO_4	Pb	Cr
حديد مغلفن	4% $Zn(CN)_2$ 5% $NaCN$ 8% $NaOH$ 5% Na_2SO_4	Fe	Zn
علب حفظ الطعام	8% H_2SO_4 7% $SnSO_4$	Fe	Sn

٢. استحصال المعادن النشطة:

لا يُمكنُ استحصال بعض المعادن الشديدة الفعالية الكيميائيّة كالصوديوم والألمنيوم، إلّا بطريقة التّحليل الكهربائيّ لمُركّباتِها.

مثال:

تحضيرُ الألمنيوم:



يُستخلصُ الألمنيوم بالتّحليل الكهربائيّ لمصهورِ أكسيد الألمنيوم بعد تنقية خام البوكسيت من الشّوائب وتخليصه من الماء.

- يتأيّنُ أكسيدُ الألمنيوم وفقَ التّفاعُل:

$$Al_2O_3 \longrightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-}$$

- تُرجَع أيونات الألمنيوم عندَ المهبط، ثمّ يخرجُ الألمنيوم المصهور من فتحاتٍ أسفل الخليّة وفقَ التّفاعُل:

$$2Al^{3+} + 6e^{-} \longrightarrow 2Al$$

- تتأكسدُ أيونات الأكسجين عندَ المصعد وفقَ التّفاعُل:

$$3O^{2-} \longrightarrow \frac{3}{2}O_2 + 6e^{-}$$

٣. تنقية المعادِن:

تحتوي أغلبُ المعادِن المُحضَّرة على شوائِب معدنيّة وغير معدنية تؤثّر في خاصّياتها الفيزيائيَّة، لذلك لابدَّ من تنقيتِها، ويعتبرُ التّحليل الكهربائيّ من أفضل الطّرائق للحصول على معدنٍ له درجةٌ عاليةٌ من النّقاء.

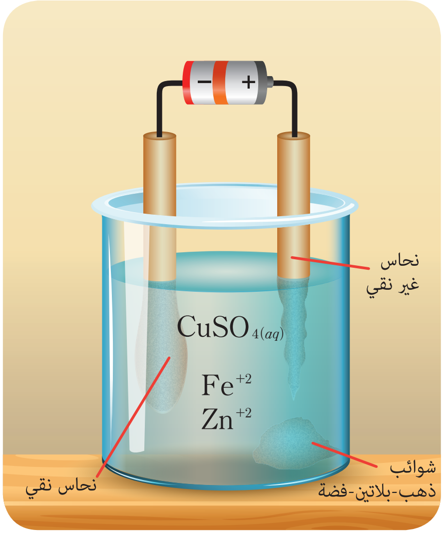
مثال:

تنقيةُ النُّحاس:

نشاط (4):

الموادّ والأدواتُ اللاّزمة:

منبع DC ، وعاء تحليل، محلول كبريتات النّحاس، أسلاك توصيل، صفيحة من النّحاس النقيّ، صفيحة نحاس مشوب.



خطواتُ التّجربة:

1. أغمرُ صفيحةَ النّحاس المشوب في محلول كبريتات النّحاس وأصِلُها بالقطبِ الموجب.
2. أغمرُ صفيحةَ النّحاس النقيّة في محلول كبريتات النّحاس وأصِلُها بالقطب السّالِب.
3. أمرّرُ تياراً كهربائيّاً في وعاءِ التّحليل الذي يحوي محلولَ كبريتات النّحاس.
4. أصِفُ ما يحدثُ عندَ ذلك.
5. أفسّرُ كيفَ يُمكنُ تغطِية نفقاتِ التّحليل الكهربائيّ المُرتفعة.

أستنتجُ:

- يتأكسدُ النّحاس عندَ المصعد ويتحوَّل الى أيُون:

$$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^{-}$$

- ترجعُ أيُونات النّحاس عند المهبط وتتحوَّل الى نحاسٍ نقيّ يترسَّب على المهبط:

$$Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$$

تتجمَّعُ الشَّوائب في قعر وعاء التحليل على شكل راسِبٍ يُطلَقُ عليه اسم الوحل المصعديّ، وأهم هذه الشَّوائب الفضَّة والذَّهب والسيليكون، وهذه الموادّ غالية الثّمن تغطّي قيمتُها نفقاتِ التنقيّة الكهربائيّة.

تعلّمت

- تتكوّنُ خليّة التّحليل الكهربائيّ من:

1. وعاء يحوي:

- محلولَ أو مصهورَ ناقلٍ للتيار الكهربائيّ مغمور فيه قطبان.
- قطبَين ناقلين للتيّار الكهربائيّ من مادّة واحده أو كلّ منهما من مادّة مختلفة.
  المصعد: يتصل بالقطب الموجب لمنبع كهربائي DC ، ويحدث عنده تَفاعُل الأكسدة.
  المهبط: يتصل بالقطب السالب لمنبع كهربائي DC ، ويحدث عنده تَفاعُل الإرجاع.

2. منبع DC للتيّار الكهربائيّ:
قوتُه المُحرِّكة الكهربائيّة أكبرُ من القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة الناتِجة عن التّفاعُل التلقائيّ.

- **التّحليل الكهربائيّ: عمليّة يحدثُ فيها تَفاعُل أكسدة إرجاع غير تلقائيّ عندَ إمرار تيّار كهربائيّ.**
- **نصّ قانون فارادايّ في التّحليل الكهربائيّ:**

تتناسبُ كتل الموادّ المتَفاعِلة أو الناتِجة عندَ قطبٍ كهربائيّ، سواء كانت غازيّة أو صُلبة، في أثناء التحليل الكهربائيّ طرداً مع كمّية الكهرباء المارَّة في خليّة التّحليل.
الصّيغة الرّياضيّة لقانون فارادايّ:

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n}$$

- التّطبيقات الصّناعيّة للتّحليل الكهربائيّ
  - الطّلي الكهربائي.
  - استحصال المَعادن النّشطة كيميائيّاً.
  - تنقية المعادن.

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابةَ الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1. عندَ تحليل محلول نترات الفضّة كهربائيّاً باستخدام قطبَين من البلاتين، يترسَّبُ مول واحِدٌ من الفضَّة على المهبط إذا كانَ عددُ مولات الأكسجين المُنطلِقة على المصعد:

a. 4 mol   b. 0.5 mol   c. 0.25 mol   d. 2 mol

2. عندَ إمرار تيَّار كهربائيّ في مصهور كلوريد الصوديوم، باستخدام مسرَين من الغرافيت:
   a. ينطلقُ غازُ الهدروجين عندَ المهبط، وغازُ الأكسجين عندَ المصعد.
   b. ينطلقُ غاز الهدروجين عندَ المهبط، وغازُ الكلور عندَ المصعد.
   c. يتجمَّعُ الصوديوم عندَ المهبط، وينطلق غازُ الكلور عندَ المصعد.
   d. يتجمَّعُ الصوديوم عندَ المصعد، وينطلق غازُ الكلور عندَ المهبط.

3. عندَ مرور تيّار كهربائيّ في خليّة التحليل تكونُ جهة حركة الإلكترونات:
   a. في المحلول من المهبط إلى المصعد.
   b. في المحلول من المصعد إلى المهبط.
   c. في السّلك من المصعد إلى المهبط.
   d. في السّلك من المهبط إلى المصعد.

ثانياً: نضعُ في وعاء تحليل محلول كلوريد الصوديوم, ونمرّر بالوعاء تيّاراً كهربائيّا مناسباً. المطلوب:

1. ما الموادّ الناتجة عندَ المصعد وعندَ المهبط.
2. اكتب مُعادَلة التّفاعُل الحاصِل.

ثالثاً: لديكَ سبيكةٌ من الذّهب والنّحاس, اقترح تجربةً يُمكنُ من خلالها فصل الذّهب عن النّحاس, موضّحاً إجابتَك بكتابة المُعادَلات الكيميائيّة المُناسِبة.

رابعاً: نريدُ طلاء قطعةً معدنيّةً بالنيكل, اقترح تجربةً مُناسِبةً لتحقيق ذلك, موضّحاً إجابتَك بالرّسم وبكتابةِ المُعادَلات الكيميائيّة المُناسِبة.

خامساً: يُستخدَمُ التّحليل الكهربائيّ لمحلول كبريتات الزّنك من أجل الحصول على معدنِ الزّنك بدرجةٍ عالية جدّاً من النّقاء. المطلوب:

1. ارسم شكلَ خليّة التّحليل الكهربائيّ المُناسِبة لذلك.
2. حدّد نوعَ مادّة المصعد ومادّة المهبط ونوع المحلول.
3. اكتب المُعادَلتَين المُعبّرتَين عن نصفَي التّفاعُل الحادثَين عندَ كلٍّ من المهبط والمصعد.

سادساً: حُلَّ المسألتَين الآتيتَين:

المسألة الأولى:

نمرِّرُ تيّاراً كهربائيّاً، شدتُه 5 A، في وعاءِ تحليلٍ مسرياه من البلاتين، يحوي مصهورَ كلوريد الألمنيوم لمدّة ساعتَين. المطلوب حساب:

1. كتلة الألمنيوم المُترسِّبة.
2. كتلة الغاز المُتصاعِد عندَ المصعد.

(Al: 27 , Cl: 35.5)

المسألة الثانية:

نمرِّرُ تياراً كهربائيّاً، شدتُه I، في وعاء تحليلٍ يحوي محلولَ يوديد البوتاسيوم لمدَّة ساعةٍ واحدةٍ فيتحرَّرُ 10 g من اليود. المطلوب حساب

1. كمّية الكهرباء اللاّزمة لذلك.
2. شدّة التّيار المارّ في الدّارة.

(K: 39 , I: 127)

تفكير ناقد

عندَ تحضير الألمنيوم بطريقةِ التّحليل الكهربائيّ يجبُ استبدال المَصاعد بشكلٍ دوريّ، فسِّرْ ذلك؟

أبحث أكثر

في حال وجودِ أكثر من نصفِ تَفاعُلِ أكسدةٍ عندَ المصعد، أيُّ تَفاعُلٍ يحدثُ؟

6
المُعايَرة الحجميَّة بطريقةِ تَفاعُل الأكسدة والإرجاع

الأهداف:

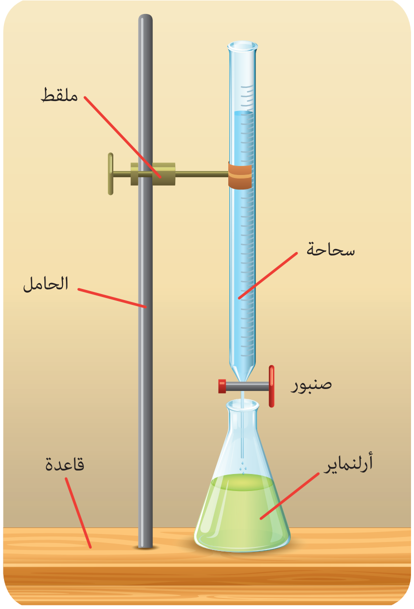
* يوضِّحُ مفهومَ المُعايرة الحجميَّة.
* يشرحُ مبدأَ المُعايرة الحجميَّة.
* يذكرُ شروطَ المُعايرة الحجميَّة.
* يقومُ بتجاربٍ توضِّحُ معايرة أكسدة – إرجاع.
* يستنتجُ قانونَ المُعايَرة الحجميَّة.
* يطبّقُ قوانينَ المُعايَرة الحجميَّة.

الكلمات المفتاحية:

* المُعايَرة.
* المحلول القياسيّ.
* المشعر.

تحتاجُ خلايا الجسم، ولاسيَّما الدّماغ، العضلات والقلب إلى كمّية من الكالسيوم في الدّم لكي تستطيعَ العمل بشكلٍ سليم، يُمكنُ قياسَ كمّيته عمليّاً اعتماداً على تَفاعُلات أكسدة إرجاع بعَمليةٍ تُسمَّى مُعايَرة

مفهومُ المعايَرة الحجميَّة



أُجرِّبُ وأستنتِجُ (1)

المواد والأدوات اللازمة:

سحاحة – حامل مع قاعدة – مِلقط تثبيت – أرلينة – أنبوب مدرج – محلول كبريتات الحديد II – محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيز $0.1\,mol.L^{-1}$.

خطواتُ تنفيذ التّجربة:

1. أركِّبُ الأدواتِ كما في الشّكل المُجاوِر:
2. أغلقُ صنبورَ السحاحة، وأملأُ السحاحة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم (MnO_4^- ذو اللّون البنفسجي، K^+ لا لون له) حتّى التّدريج 0 في أعلى السحاحة
3. أضَعُ $10\,ml$ من محلول كبريتات الحديد II (SO_4^{2-} لا لونَ له، Fe^{2+} ذي اللّون الأخضر) في الأرلينة
4. أضيفُ محلولَ البرمنغنات إلى محلول كبريتات الحديد II تدريجيّاً. ماذا أُلاحِظ؟

أُلاحِظ:

- زوالَ لون قطرات برمنغنات البوتاسيوم المُضافَة مُباشَرة إلى محلول كبريتات الحديد II. واختفاء اللّون الأخضر تدريجيّاً.
- وبعدَ إضافة كمّية مُناسِبة من البرمنغنات يظهرُ اللّون البنفسجي.

أفسّرُ:

- تَتفاعَل أيُونات البرمنغنات المُضافة مع أيُونات الحديد II ، ممّا يؤدّي إلى زوال لون أيُون البرمنغنات
- وفق التّفاعُل المُمثّل بالمُعادَلة الآتية:

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

- يدلُّ ظهورُ اللّون البنفسجي في المحلول على تَفاعُل أيُونات الحديد II ، بشكلٍ كامل مع أيُونات البرمنغنات المُضافة، يُستفاد من ذلك في حساب تركيز أيُونات الحديد II.

استنتجُ:

مفهوم المُعايَرة الحجميَّة:

- هي عمليّة مخبريّة في التّحليل الكمّي يُعرَف بها تركيزُ محلول مادّة مُؤكسدة بوساطة تَفاعُلها مع محلول مادّة مرجعة معلومة التّركيز أو العكس.
- مبدأ المُعايَرة:
أضَعُ المحلول القياسيّ (تركيزُه دقيق وثابت) في سحاحة، ويُضافُ في أثناء المُعايَرة إلى حجمٍ مُحدَّد من المحلول المُعايِر في الأرلينة حتّى تمام التّفاعُل.

شروط المُعايَرة الحجميَّة:

- أن تَتفاعَلَ المادّة المُراد مُعايَرتها على نحوٍ تامّ مع المادّة القياسيّة.
- أن يكونَ تَفاعُل المُعايَرة مُستمِرّاً وسريعاً.
- أن يُمثّلَ تَفاعُل المُعايَرة بمُعادَلة كيميائيّة موزونة.
- أن يكونَ تَفاعُل المُعايَرة تَفاعُلاً بسيطاً لا يترافقُ بأيِّ تَفاعُلاتٍ ثانويّة.
- أن يتوافرَ مشعرٌ مُناسِب يُمكنُ من خلاله تحديد نقطة نهاية المُعايَرة.

حسابات المُعايَرة

نشاط (1):

لديكَ مُعادَلة التّفاعُل الآتي في وسط حمضيّ:

$$Fe^{2+} + MnO_4^- \longrightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+}$$

المطلوب:

1. وازِن مُعادَلة التّفاعُل.
2. استنتج العلاقة بينَ عدد مولات أيُونات الحديد II وعدد مولات أيُونات البرمنغنات.
3. يُعايَر $10\,ml$ من محلولٍ كبريتات الحديد II معَ محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه $0.01\,mol.L^{-1}$، فلزمَ لإتمام المُعايَرة $50\,ml$ منه. احسب تركيزَ محلول كبريتات الحديد II.

الحلّ:

1. $$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$
$5\,mol \quad 1\,mol$
$n_{(Fe^{2+})} \quad n_{(MnO_4^-)}$

2. عندَ نهاية المُعايَرة: $n_{(Fe^{2+})} = 5n_{(MnO_4^-)}$

3. $$C_1.V_1 = 5.C_2.V_2$$
$$C_1 = \frac{5.C_2.V_2}{V_1}$$
$$C_1 = \frac{5 \times 0.01 \times 50 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.25\,mol.L^{-1}$$

ألاحظُ من المُعادَلة النهائية أنّ إرجاع أيُون من البرمنغنات يحتاجُ إلى خمسة إلكترونات يكتسبُها أيُون المنغنيز من أيُون الحديد II الذي بدوره يؤكسَد إلى الحديد III

تطبيق (1):

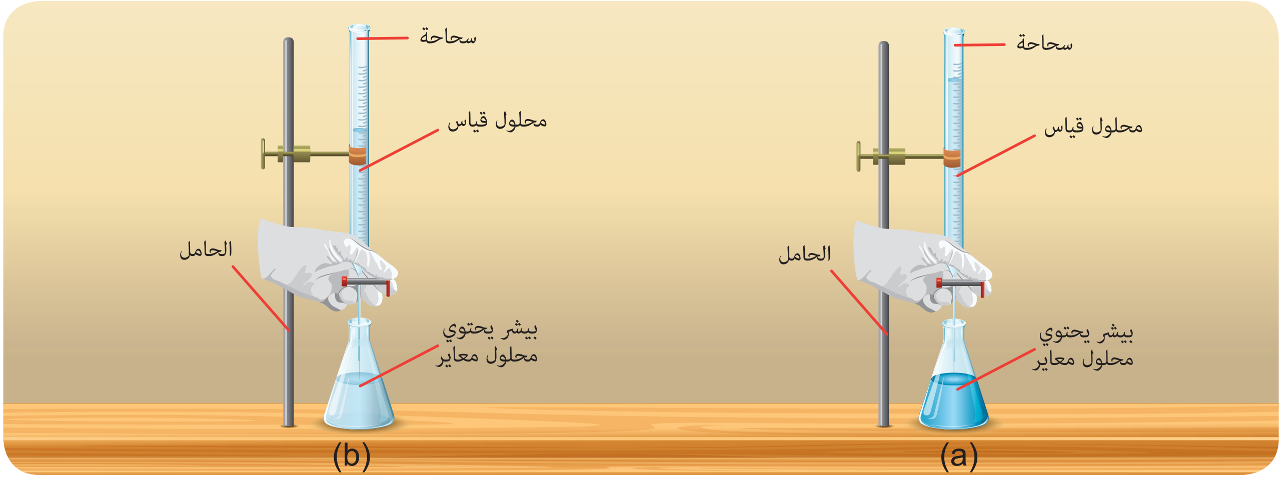
- **أضَعُ 10 ml من محلول يوديد البوتاسيوم المجهول التّركيز في بيشر, ثمّ أُضيفُ إليه قطراتٍ من مطبوخ النشاء.**
- **أضَعُ في السحاحة محلولَ فوسفات ثُلاثيّة الصوديوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$, وابدأُ بإضافتِه تدريجيّاً إلى محلول يوديد البوتاسيوم السّابق حتّى ظهور اللّون الأزرق, فيلزمُ 20 ml منه لإتمام المُعايَرة.**
- **يحدثُ التّفاعُل في وسطٍ حمضيّ وفقَ المُعادَلة:**

$$I^- + PO_4^{3-} \longrightarrow I_2 + P_2O_3$$

والمطلوب:

1- وازن معادلة التفاعل.   2- استنتج العلاقة بين عدد مولات أيونات اليود وعدد مولات أيونات الفوسفات.

3- احسب تركيز يوديد البوتاسيوم.



إضاءة

يتلوّنُ اليود مع مطبوخِ النشاء باللّون الأزرق ، حيثُ يُستخدَم كمشعر لتحديد نهاية المُعايَرة.

الحلّ:

1. $4I^- + 10H^+ + 2PO_4^{3-} \longrightarrow 2I_2 + P_2O_3 + 5H_2O$

$4\ mol \qquad 2\ mol$

$n_{(I^-)} \qquad n_{(PO_4^{3-})}$

2. عندَ نهايةِ المُعايَرة $n_{(I^-)} = 2n_{(PO_4^{3-})}$

3. $C_1V_1 = 2C_2V_2$

$$C_1 = \frac{2 \times 0.2 \times 20 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.8\ mol.L^{-1}$$

إثراء:

تُستخدَم مُعايرَة أكسدة إرجاع في تقدير كمّيّة:

1. المواد المؤكسَدة في المُنظّفات والموادّ القاصِرة.
2. الحديد في خاماته بعدَ تحويله إلى حديدٍ ثُنائيّ.
3. اليورانيوم و الزّرنيخ والكالسيوم .....إلخ

نشاط (2):

يلزمُ لمُعايَرة 20 ml **من محلولِ الماءِ الأكسجيني** 17 ml **من محلول برمنغنات البوتاسيوم, تركيزُه** $0.1\,mol.L^{-1}$ **وفقَ المُعادَلة الآتية:**

$$5H_2O_2 + 6H^+ + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2$$

المطلوب:

1. كيفَ تستدلُّ على نهاية تَفاعُل المُعايَرة؟
2. احسب تركيزَ الماء الأكسجيني المُستعمَل.

تعلّمت

- مفهوم المُعايَرة الحجميَّة.

هي عمليّة مخبريّة في التحليل الكميّ يُعرفُ بها تركيزُ محلول مادّةٍ مؤكسَدة بوساطة تَفاعُلها معَ محلول مادّة مرجعة معلومة التّركيز أو العكس.

- مبدأ المُعايرة

أضَعُ المحلول القياسيّ (تركيزُه دقيق وثابت) في سحاحة ويُضافُ في أثناءِ المُعايَرة إلى حجمٍ مُحدَّدٍ من المحلول المُعايَر في الأرلينة حتى تمام التّفاعُل.

- شروطُ المُعايَرة الحجميَّة:

1. أن تتَفاعَلَ المادّةُ المُرادُ مُعايَرتها على نحوٍ تامّ مع المادّة القياسيّة.
2. أن يكونَ تَفاعُل المُعايَرة مستمرا وسريعا.
3. أن يمثّلَ تَفاعُل المُعايَرة بمعادلة كيميائيّة موزونة.
4. أن يكونَ تَفاعُل المُعايَرة تَفاعُلا بسيطا لا يترافق بأيِّ تَفاعُلات ثانويّة.
5. أن يتوافرَ مِشعر مُناسِب يُمكنُ من خلاله تحديد نقطة نهاية المُعايَرة.

أختبر نفسي

أولاً: ضَع كلمةَ (صح) أمامَ العبارة الصّحيحة وكلمةَ (غلط) أمامَ العبارة المغلوطة, ثمّ صحّحها:

1. في أثناء مُعايَرة أيُونات اليود بمحلول برمنغنات البوتاسيوم نستخدمُ مطبوخَ النّشاء كمِشعر.
2. يتميَّزُ المحلول القياسيّ المُستخدَم في المُعايَرة الحجميَّة بتركيزه الدَّقيق والثابِت.
3. يوضَعُ المحلول القياسيّ في الأرلينة والمحلول المجهول التّركيز في السحاحة.

ثانياً: اختر الإجابة الصَّحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

1. عند نهاية مُعايَرة أكسدة إرجاع يكونُ عددُ مولات الإلكترونات المفقودة:
   - **a.** أكبرَ من عدد مولات الإلكتَرونات المُكتسَبة.
   - **b.** أقلَّ من عدد مولات الإلكترونات المُكتسَبة
   - **c.** تُساوي نصفَ عدد مولات الإلكترونات المُكتسَبة.
   - **d.** تُساوي عددَ مولات الإلكترونات المُكتسَبة.

2. عندَ نهاية مُعايَرة أيُونات الحديدII بمحلول برمنغنات البوتاسيوم، يصبحُ لونُ المحلول الناتِج عن المُعايَرة:
   a. أخضر فاتح. **b.** عَديم اللّون. **c.** بنّي. **d.** بنفسجي.

ثالثاً: حلّ المَسألتَين الآتيتَين:

المسألةُ الأولى:

نُعايِرُ 10 ml من محلول كلوريد الحديد II بمحلول ثُنائيّ كرومات البوتاسيوم, تركيزُه $0.02\ mol.L^{-1}$, فيلزمُ 30 ml منه. فإذا علمتَ أنَّ نصفَي التفاعلين الحاصلَين هما:

$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$$

المطلوب:

1. استنتجْ مُعادَلة التّفاعُل الأيُونيّة المُختصَرة الكلّية.
2. احسبْ تركيزَ محلول كلوريد الحديد II مُقدَّراً بالـ $mol.L^{-1}$.ثم بالـ $g.L^{-1}$ (Fe:56 , Cl:35.5)

المسألة الثانية:

نعايِرُ 10 ml من محلول أكزالات الصّوديوم بمحلول برمنغنات البوتاسيوم، تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$، فيلزم 40 mL منه. فإذا عِلمتَ أنَّ نصفَي التفاعلَين الحاصلَين هما:

$$C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

المطلوب:

1. استنتجْ مُعادَلة التّفاعُل الأيُونيّة المُختصَرة الكلّية.
2. احسبْ تركيزَ محلول أكزالات الصّوديوم مُقدراً بالـ $mol.L^{-1}$ ثم بالـ $g.L^{-1}$
   (Na:23 , C:12 , O:16)

تفكير ناقد

لا تظهرُ الإلكترونات في مُعادَلة التّفاعُل الكلّي للأكسدة والإرجاع، كيفَ تفسِّر ذلك؟

أبحث أكثر

ابحث في مكتبة مدرستِك أو في الشّابكة عن كيفيَّة قياسِ نسبة الكالسيوم في الدّم باستخدامِ مُعايَرة أكسدة إرجاع.

مشروع الخلايا الكهربائيّة

تحدثُ في الطبيعة تحوُّلات مُستمِرّة مُعطية كمّيات ضخمة من الطاقة، إلا أنّ الإنسانَ لا يستخدمُ إلاّ جزءً ضئيلاً منها. ومع تطوّر العلوم والنهضة الصناعيّة والتكنولوجيّة ظهرَت الحاجة إلى تأمين طاقة تلبّي عمل الأجهزة الكهربائيّة والأقمار الصناعيّة وغيرها. فكانَ لابدَّ من صناعة الخلايا الكهربائيّة.

هدفُ المشروع:

التعرّف على الخلايا الكهربائيّة واستخداماتها.

مراحل المشروع:

أولاً: التّخطيط

1. التعرُّف على الخلايا الأوّلية (لوكلانشيه –القلوية ......) وأهمّ استخداماتها.
2. التعرُّف على الخلايا الثانوية (مُدَّخرَة الرصاص – مُدَّخرَة الليثيوم أيون.....) وأهم استخداماتها.
3. التعرّف على خليّة الوقود الهدروجينيّة واستخداماتها.
4. التعرُّف على أضرار الخلايا وطرائق التخلُّص من الخلايا التالِفة.

ثانياً: التنفيذ

1. توزيع الطّلاب إلى مجموعاتٍ وتحديد مهمّة كلّ مجموعة:
   - المجموعة الأولى: تبحثُ في الخلايا الأوليّة، وأهمّ استخداماتها.
   - المجموعة الثانية: تبحثُ في الخلايا الثانويّة، وأهمّ استخداماتها.
   - المجموعة الثالثة: تبحثُ في خليّة الوقود الهدروجينيّة، وأهمّ استخداماتها.
   - المجموعة الرابعة: تبحثُ في أضرار الخلايا الكهربائيّة وطرائق التخلّص من الخلايا التالِفة.
2. تبادُل المعلومات بينَ المجموعات للوصول إلى النتائج، ثمَّ تسليم نسخةٍ ورقيّة من البحث أو نسخة إلكترونيّة.

ثالثاً: التقويم:

3. مُناقَشة النتائج وإعداد تقرير كامِل خلال مدَّة خمسة عشرَ يوماً.

أسئلة الوحدة الأولى

أولا: اخترِ الإجابةَ الصّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. العامِل المرجع في المُعادَلة الموزونة الآتية:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3Ni + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3Ni^{2+} + 7H_2O$$

a. Ni b. $Cr_2O_7^{2-}$ c. Ni^{2+} d. H_2O

2. رقم أكسدة البوتاسيوم في برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ يُساوي:

a. $+6$ b. $+2$ c. $+7$ d. $+1$

3. معدن مجهول M يستطيعُ ترسيبَ النيكل عند وضعه في محلول كبريتات النيكل، ولكن لا يستطيعُ ترسيبَ المنغنيز عند وضعه في محلول كبريتات المنغنيز، فيكونُ التّرتيب الصّحيح لقدرة المعدن الإرجاعيّة:

a. $Ni > Mn > M$ b. $Mn > Ni > M$
c. $M > Ni > Mn$ d. $Mn > M > Ni$

4. عدد الإلكترونات المُنتقِلة في نصف التّفاعُل الآتي $2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-}$ هو:

a. 1 b. 4 c. 2 d. 6

5. عندَ اتّحاد غاز الكلور Cl_2 مع غاز الأكسجين O_2 لتشكيل سباعي كلور الأكسجين Cl_2O_7 يكون تغيُّر رقم أكسدة الكلور مُساوياً:

a. -7 b. $+5$ c. $+7$ d. $+3.5$

6. نصف تَفاعُل الإرجاع الذي يحدثُ في مَسرى الهدروجين القياسيّ:

a. $H_{2(g,1\,atm)} \longrightarrow 2H^+_{(aq,1\,mol.L^{-1})} + 2e^-$
b. $2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$
c. $2H^+_{(aq,1\,mol.L^{-1})} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g,1\,atm)}$
d. $2H^+_{(aq,1\,mol.L^{-1})} + Cl_{2(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)}$

7. أحد الشّروط الآتية غير مُحقّق في مَسرى الهدروجين القياسيّ:

a. تركيز أيُونات الهدروجين $1\,mol.L^{-1}$ b. درجة الحرارة $25\,C$
c. الضّغط الجويّ $1\,atm$ d. الصفيحة المعدنيَّة لا تؤثِّر في الهدروجين.

8. نصف التّفاعُل الذي يحدثُ عندَ المهبط من أنصاف التّفاعُلات الآتية هو:

a. $O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$
b. $Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
c. $Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + e^-$
d. $H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2e^-$

9. القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة للخليّة الغلفانيّة الآتية: $Sn^{2+} + 2Fe^{3+} \longrightarrow 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$ في الشّروط القياسيّة تُساوي:

a. $+1.21$ b. -0.46 c. $+0.617$ d. $+0.46$

10. في أثناء شحن المُدَّخَرة الرّصاصيَّة الحمضيَّة:

a. يصبحُ المصعدُ ذا لونٍ أبيضَ.
b. ينخفضُ تركيزُ حمض الكبريت في المُدَّخَرة.
c. يزدادُ تركيزُ حمض الكبريت في المُدَّخَرة.
d. تنخفضُ درجةُ الحرارة.

11. ينطلقُ على المصعد في التّحليل الكهربائيّ لحمض كلور الماء.

a. غاز الأكسجين. b. غاز الهدروجين. c. غاز الكلور. d. غاز كلوريد الهدروجين.

ثانياً: وازنِ التّفاعُلات الآتية:

a. اعتماداً على مفهومَي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ حمضيّ:

1. $MnO_4^- + Cl^- \longrightarrow Mn^{2+} + Cl_2$
2. $Cr_2O_7^{2-} + C_2O_4^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + CO_2$
3. $ClO_3^- + Cl^- \longrightarrow Cl_2 + ClO_2$
4. $S + HNO_3 \longrightarrow H_2SO_3 + N_2O$
5. $I_2 + OCl^- \longrightarrow IO_3^- + Cl^-$
6. $Cr_2O_7^{2-} + CH_3OH \longrightarrow Cr^{3+} + HCOOH$

b. اعتماداً على مفهومَي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ أساسيّ:

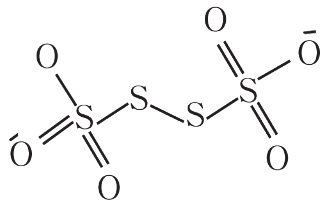
1. $Zn + NO_3^- \longrightarrow Zn(OH)_2 + NH_3$
2. $Mn^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + H_2O$
3. $MnO_4^- + Br^- \longrightarrow MnO_2 + BrO_3^-$
4. $Pb(OH)_4^{2-} + ClO^- \longrightarrow PbO_2 + Cl^-$
5. $NO_2^- + Al \longrightarrow NH_4^+ + AlO_2$
6. $Br_2 \longrightarrow BrO_3^- + Br^-$

ثالثاً: اعط تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. يتَفاعَلُ حمضُ الكبريت المُمدَّد مع المغنزيوم، ولا يتَفاعَلُ مع الفضّة.
2. ينقصُ تركيزُ محلول بإضافة كمّية له من الماء المُقطَّر.

رابعاً: يبيّنُ التّشكيل الآتي الشّكل الفراغيّ لأيُون رابع الثيونات $S_4O_6^{2-}$. والمطلوب:

أكتبُ رقمَ الأكسدة لكلِّ ذرةِ كبريت في المركب



خامساً: قارِن بينَ كلٍّ من المهبط والمصعد في الخلايا الغلفانيّة وخلايا التّحليل.

سادساً: بالاعتماد على جدول كمونات الإرجاع:

1. حدِّد كلاً من المصعد والمهبط في الخلية.

- الأولى: تتألّفُ من مَسرى ألمنيوم Al/Al^{3+} ، ومَسرى فضّة Ag/Ag^{+} .
- الثانية: تتألّفُ من مَسرى نيكل Ni/Ni^{2+} ، ومَسرى مغنزيوم Mg/Mg^{2+} .

2. اكتب رمزَ كلّ خليّة.

سابعاً: حلّ المَسائل الآتية

المسألة الأولى:

تُستخدَم مُدَّخَرة الليثيوم – فضّة في أجهزة تنظيم ضربات القلب، وتعتمدُ هذه المُدَّخَرة في عملها على التّفاعُل الآتي:

$$2Li_{(s)} + Ag_2CrO_{4(s)} \longrightarrow Li_2CrO_{4(s)} + 2Ag_{(s)}$$

المطلوب:

1. هل يشكّلُ معدنُ الليثيوم المصعد أم المهبط في المُدَّخَرة؟
2. إذا علمتُ أنَّ كمونَ الإرجاع القياسيّ لكلٍّ من المَسريَين على الشّكل:

$$Ag_2CrO_{4(s)} + 2e^- \longrightarrow CrO^{2-}_{4(aq)} + 2Ag_{(s)} \qquad E^\circ = +0.446\ V$$

$$Li^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Li_{(s)} \qquad E^\circ = -3.05\ V$$

3. احسب القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة لهذه المُدَّخَرة في الشّروط القياسيّة.

المسألة الثانية:

نُذيبُ $0.4\ g$ من هدروكسيد الصّوديوم في الماء المُقطَّر، ونُكمِلُ الحجم إلى $1\ L$. المطلوب:

1. احسبْ تركيزَ المحلول الناتِج مُقدّراً بالـ $g.L^{-1}$ ، $mol.L^{-1}$

نأخذُ منه $20\ mL$ ، ونُضيفُ إليها كمّيةً كافيةً من حمض الكبريت المُمدَّد لإتمام التّفاعُل. المطلوب:

1. اكتب مُعادَلةَ التّفاعُل الحاصل.
2. احسبْ عددَ مولات حمض الكبريت المُستعمَل.
3. احسبْ كتلةَ الملحِ الناتِج.

$$(Na: 23, H: 1, S: 32, O: 16)$$

المسالة الثالثة:

نمرِّرُ تياراً كهربائيّاً في وعاءِ تحليل، يحوي محلولَ بروميد النّحاس. والمطلوب:

1. اكتب نصفَي التّفاعُل الحاصلَين عندَ المَسرَين.
2. إذا ترسَّبَ $0.42\ g$ من النّحاس على المهبط، احسب كتلة البروم المُتكوّن عندَ المصعد.

المسألة الرابعة:

نريدُ طلاءَ قطعة معدنية بالنيكل، فاذا كانَ سطحُها يُساوي $125\ cm^2$، وسماكةُ طبقة النيكل $0.2\ mm$. المطلوب:

احسبْ كمّية الكهرباء المارَّة في وعاءِ التّحليل علماً أنَّ الكتلةَ الحجميَّة للنيكل $8.9\ g.cm^{-3}$.

المسألة الخامسة:

لدى مُعايَرة محلول لأيُونات اليورانيوم U^{4+}، حجمه $20\ mL$، بمحلولٍ قياسيّ لبرمنغنات البوتاسيوم ذي التركيز $0.2\ mol.L^{-1}$، يتأكسّد اليورانيوم وفقَ نصف التّفاعُل الآتي:

$$U^{4+} + 2H_2O \longrightarrow UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e^-$$

كما يرجع أيُون البرمنغنات وفقاً لنصفِ التّفاعُل الآتي:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

وقد لزمَ للوصول لنقطة نهاية المُعايَرة حجمٌ مقدارُه $15\ mL$ من برمنغنات البوتاسيوم. المطلوب:

1. اكتب المُعادَلة الكلّية للتفاعُل بشكلِها الموزون.
2. احسب تركيزَ أيُونات اليورانيوم في محلولها.

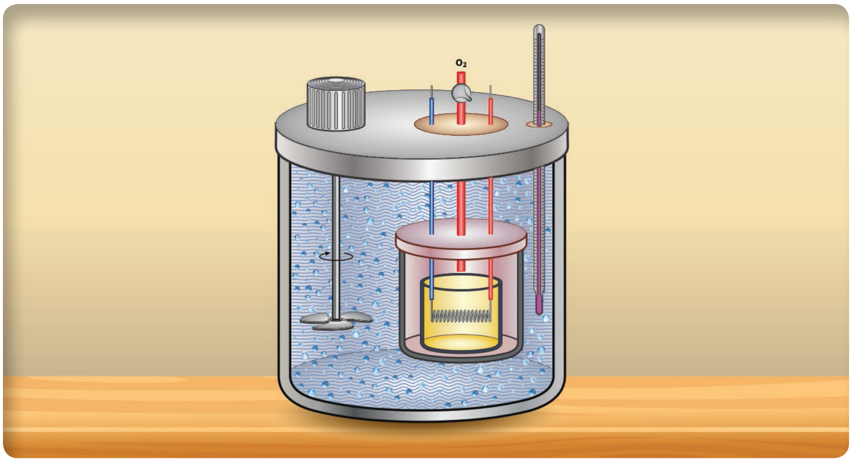
الوحدة الثانية
الكيمياء الحرارية

الأهداف العامة للوحدة :

- يَتعرَّف التغيُّرات الحراريَّة التي ترافِقُ التَّحوُّلات.
- يَتعرَّف الأنواع المُختلِفة لحرارة التّفاعُل.

حرارةُ التّفاعُل

1



يحتاجُ الإنسانُ إلى طاقة للقيام بأعماله اليوميَّة، يحصلُ عليها من الأغذية التي يتناولُها، ويطلقُ اسمُ الكيمياء الحراريّة على فرع الكيمياء الذي يُعنى بدراسةِ التغيّرات الحراريّة التي ترافقُ التّحوُّلات.

تبيّنُ الصّور المحتوى الحراريّ في 100 g لكلٍّ من الأطعمة الآتية:

720 kJ

2000 kJ

62 kJ

ما سببُ اختلاف قيمة المحتوى الحراريّ للأطعمة المُختلِفة؟

الأثرُ الحراريّ:

نشاط (1):

ألاحِظ الصّورة المُجاورة, وأميّزُ فيها التحوُّلَ النّاشِر للحرارة والتحوُّلَ الماصّ للحرارة.

أستنتج: التحوُلات الحراريّة نوعان: تحوُّلاتٌ ناشرةٌ للحرارة, وماصّةٌ للحرارة.

الأهداف:

* يَفهمُ الأثرَ الحراري للتَفاعُلات.
* يَتعرّفُ مفهومَ الإنتالبية.
* يَستنتجُ حرارةَ التشكّل القياسيّة.
* يَفهمُ حرارةَ الاحتراق.
* يَتعرّفُ الحرارةَ المولية للذوبان.
* يَستنتجُ حرارةَ التعديل.
* يَحسبُ إنتالبيةَ تفاعُلٍ اعتماداً على إنتالبية التشكّل القياسيّة.
* يُبيّنُ أهميّة استخدام قانون هِسْ.
* يَحسبُ إنتالبيةَ تفاعُلٍ اعتماداً على قانون هِسْ.
* يَحسبُ إنتالبيةَ تفاعُلٍ اعتماداً على طاقاتِ الرّوابط.

الكلمات المفتاحية:

* الإنتالبية.
* الكيمياء الحراريّة.
* إنتالبية التشكّل.
* إنتالبية التفكُّك.
* حرارة الاحتراق.
* الحرارة المولية للذوبان.
* حرارة التّعديل.
* طاقة الرّابطة.
* قانون هِسْ.

نشاط (2):

اذكر أمثلةً من بيئتك على تحوُّلات ناشرة للحرارة وتحولات ماصة للحرارة.

حرارة التّفاعُل الكيميائيّ مع ثبات الضّغط

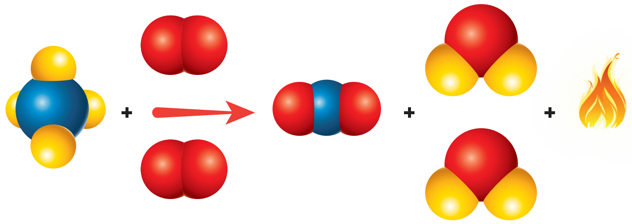
- إنَّ مجموعَ الطاقات المُختزَنة في المادّة تحتَ ضغطٍ ثابت يُسمّى المُحتوى الحراريّ للمادّة (الأنتالبية) ويرمَزُ له H، ولكلِّ مادّة أنتالبية خاصّة بها، يُمكنُ قياس تغيُّرها ΔH، وهو الفرقُ بينَ أنتالبية الموادّ النّاتِجة وأنتالبية الموادّ المتَفاعِلة $\Delta H = H_2 - H_1$.
- تغيُّر الإنتالبية ΔH المُرافِقة لتفاعُلٍ تُساوي كمّية الحرارة عندَ ضغط ثابتٍ $\Delta H = Q_p$.
- الحالة القياسيّة لأيّ مادّة هي الحالة التي توجَد عندَها المادّة بشكلٍ أكثر استقراراً عندَ الضّغط القياسيّ $1\,atm$، ودرجة الحرارة $298.15°\,K$ أو $25°C$، فالحالةُ القياسيّة للأكسجين والهدروجين والنتروجين غازات، بينَما البوتاسيوم والرّصاص والنّحاس موادّ صُلبة في الشّروط ذاتِها، أمّا الزئبقُ فإنّه سائلٌ.
- ويُرمز لتغيّر الإنتالبية القياسيّة المرافق لأيّ تَفاعُلٍ كيميائيّ بـ ΔH^0_{rxn}

تطبيق (1):

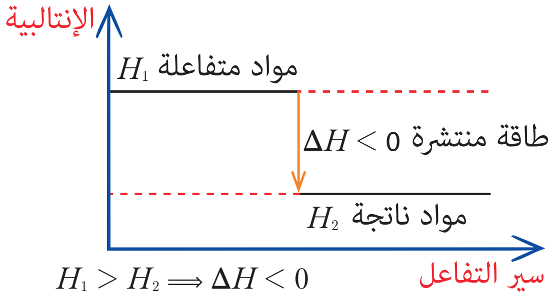
يحترقُ $1\,mol$ من الميتان CH_4 بأكسجين الهواء O_2 ويتشكّلُ غازُ ثُنائي أكسيد الكربون CO_2 والماء H_2O وتنتشرُ كمّية من الحرارة، والمطلوب:

1. أكتبُ المُعادَلة الكيميائيّة التي تمثّل التّفاعُل.
2. أرسمُ مُخططًا يمثّل طاقةَ الموادّ المتَفاعِلة، وطاقة المواد النّاتِجة والطّاقة المُنتشِرة.

الحلّ:



$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{طاقة}$$



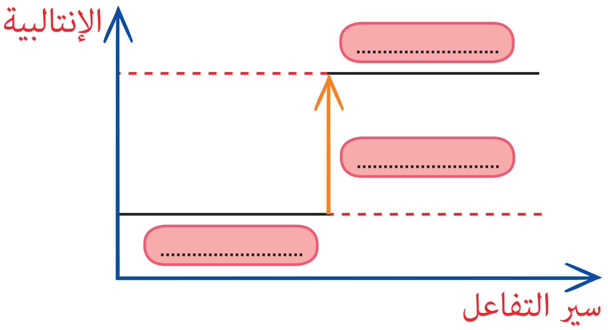
$H_1 > H_2 \Longrightarrow \Delta H < 0$

مخطط الإنتالبية لتفاعل ناشر للحرارة

نشاط (3):

لديكَ المُخطّط البياني الآتي الذي يُمثّل تفاعُل ماصّ للحرارة:

- حدّدْ عليه إنتالبية كلٍّ من: الموادّ المتَفاعِلة، الموادّ النّاتِجة وتغيّر الإنتالبية.
- قارِنْ بينَ قيمة إنتالبية الموادّ المتَفاعِلة والموادّ النّاتِجة.



مخطط الإنتالبية لتفاعل ماص للحرارة

كتابة المعادلات الكيميائيّة الحراريّة.

1. تُكتب المُعادَلة الكيميائيّة بشكلٍ موزونٍ، ثمَّ تُكتَب قيمة ΔH_{rxn} إلى يمين المُعادَلة.
2. تكونُ قيمةُ ΔH_{rxn} سالبة إذا كانَ التّفاعُل ناشراً للحرارة، وتكونُ موجبةً إذا كانَ التّفاعُل ماصّاً للحرارة.
3. يُكتَبُ رمزُ الحالة الفيزيائيّة الطبيعيّة للموادّ، (s) للمادّة الصُّلبة، (ℓ) للسّائلة، (g) للغاز، (aq) للمادّة المُنحلّة.

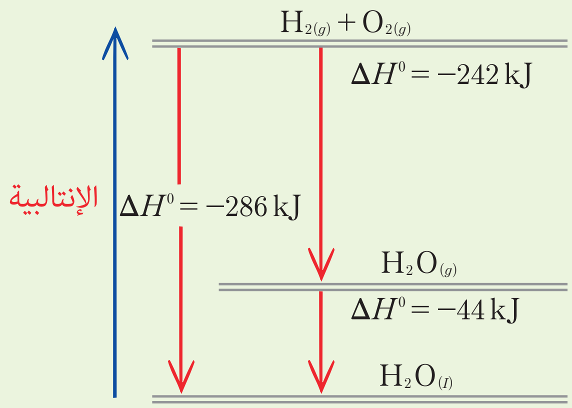
مثال:

احتراق الكربون في الشّروط القياسيّة

$$C_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -393.5\,kJ$$

إضاءة

تغيُّر الإنتالبية ΔH تابع حالة، لا يتوقَّفُ على الطّريق المسلوكِ بل يعتمدُ على الحالة الابتدائيّة والحالة النّهائيّة للجملة. فمثلاً عند تشكُّل 1 mol من الماء السائل من تَفاعُل غازي الهدروجين والأكسجين يكونُ تغيُّر الإنتالبية $\Delta H^0 = -286\,kJ$، والذي سنحصلُ عليه مهما كانَت الطرائق المُستعملَة لتحضير الماء من عناصرِه الأوليّة، ومهما تعدَّدت مصادرُ الحصول على الهدروجين والأكسجين.



العواملُ التي يتوقَّفُ عليها تغيّر الإنتالبية

ألاحِظُ وأستنتِجُ

- ألاحِظُ المُعادلتَين المُعبِّرتَين عن التّفاعُلَين الآتِيَين:

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -286\,kJ$$

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -572\,KJ$$

– أحدّدُ عددَ مولات الهدروجين المُتَفاعِلة في كلّ منهما.

– أقارِنُ بينَ قيمتَي تغيّر الإنتالبية.

– أُبيِّن سبب اختلاف قيمة تغيّر الإنتالبية للتَفاعُلَين السابقَين.

- ألاحِظ المُعادلتَين المُعبِّرتَين عن التّفاعُلَين الآتِيَين:

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -286\,kJ$$

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -242\,kJ$$

– أُحدّدُ عددَ الحالة الفيزيائية للماء الناتج في كلّ منهما.

– أُقارِن بينَ قيمتي تغير الإنتالبية.

– أُبيِّن سبب اختلاف قيمة تغيّر الإنتالبية للتَفاعُلَين السابقَين.

• أُلاحِظ المُعادلتَين المُعبّرتَين عن التّفاعُلَين الآتِيَين:

$$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -393.5\,kJ$$

$$C_{(daimod)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -395.4\,kJ$$

– أتعرَّفُ الشَّكلَ التآصلي للكربون(الفحم) المتَفاعِل في كلٍّ منهما.

– أقارِنُ بينَ قيمتي تغيُّر الإنتالبية.

– أبيِّنُ سببَ اختلافِ قيمة تغيُّر الإنتالبية للتَفاعلَين السّابقَين.

أستنتجُ: يتعلّقُ تغيُّرُ الإنتالبية للتَفاعُل بكميّة المادّة, وحالتها الفيزيائيَّة, والشّكل التآصُّلي لها.

أنواعُ حرارة التّفاعُل ΔH :

ا. إنتالبيةَ التشكّل القياسيّة ΔH_f°

ألاحِظ المُعادلات الآتية وأجيبُ:

$$\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}Cl_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(g)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -92.5\,kJ$$

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -286\,kJ$$

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = -393.5\,kJ$$

1. ما عددُ مولات الموادّ المُتشكّلة في كلٍّ من المُعادَلات السّابقة؟
2. هل الموادّ المتَفاعِلة عناصرُ أم مُركّبات؟
3. ماذا تعرّفُ إنتالبية التشكّل القياسيّة؟

أستنتجُ: إنتالبيـة التشـكّل القياسـيّة هي تغيُّر الإنتالبيـة عنـدَ تكـوُّن 1 mol من المـادّة انطلاقـاً من عناصرِهـا الأوليَّـة في الشّـروط القياسـيّة وحدتها $kJ.mol^{-1}$.

تطبيق (1):

احسب قيمةَ إنتالبية التشكّل القياسيّة لغازِ يود الهدروجين في التّفاعُل المُمثّل بالمُعادَلة الآتية:

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \longrightarrow 2HI_{(g)} \qquad \Delta H^0_{rxn} = +51.8\,kJ$$

الحل:

يتكوَّنُ مولان من غاز يود الهدروجين انطلاقاً من عناصرِه الأوليَّة وبالتالي:

$$\Delta H^{\circ}_{f(HI)} = \frac{\Delta H^{\circ}_{rxn}}{2} = +25.9 kJ.mol^{-1}$$

نشاط (4):

لديكَ التّفاعُلُ المُمثّل بالمُعادلة الآتية:

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^{0}_{rxn} = -283\,kJ$$

هل تُعتبَر حرارةُ هذا التّفاعُل إنتالبية تشكّل قياسية لثنائي أكسيد الكربون؟ فسّر إجابتَك.

إضاءة

اتفّقَ العلماءُ على أنَّ ΔH°_{f} لجميع العناصِر في حالتِها القياسيَّة تُساوي صفراً.

مثال الأكسجين يوجدُ في ثلاثة أشكال، وهي:

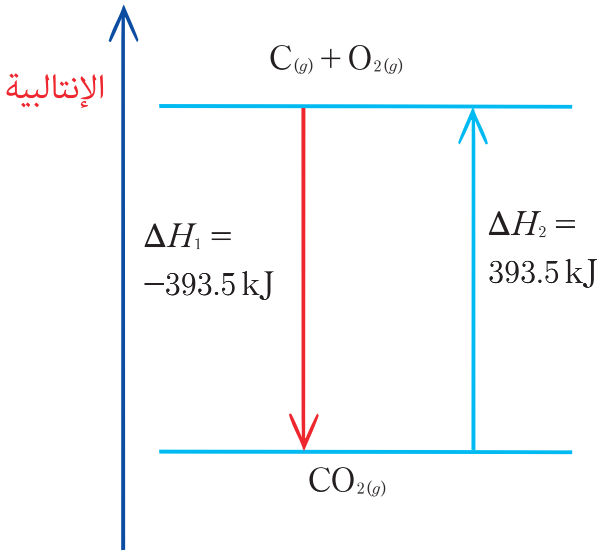
الأكسجين الذريّ O، والأكسجين الجزيئيّ O_2، والأوزون O_3. ويُعد الأكسجين الجزيئي O_2 الأكثر استقراراً عندَ درجة الحرارة $(298.15K)$ والضغط الجوي القياسي $(1\,atm)$،

لذا فإنَّ: $\Delta H^{\circ}_{f}(O_2) = 0$ و $\Delta H^{\circ}_{f}(O) \neq 0$ و $\Delta H^{\circ}_{f}(O_3) \neq 0$.

٢. إنتالبية التّفكّك القياسيّة ΔH°_{d}

ألاحِظُ المُخطَّط البياني لتغيّر الإنتالبية في أثناء سير التّفاعُل، وأستنتجُ:

1. أتعرَّفُ قيمةَ ودلالةَ ΔH_1
2. أتعرَّفُ قيمةَ ودلالةَ ΔH_2
3. أقارنُ بينَ قيمتَي ΔH_1 و ΔH_2 ، ماذا أستنتجُ؟



أستنتجُ:

- إنتالبية التشكّل القياسيّة لغاز CO_2 تُساوي بالقيمة وتعُاكس بالإشارة إنتالبية تفكّكه إلى عنصريه الكربون C والأكسجين O_2.
- إنتالبية التفكّك القياسيّة هي تغيُّر الإنتالبية عندَ تفكُّك **1 mol** من المادَّة إلى عناصرها الأوليَّة في الشّروط القياسيّة، ونرمزُ لها ΔH^{0}_{d} ووحدَّتُها $kJ.mol^{-1}$.

فتكونُ: $\Delta H^{0}_{d} = -\Delta H^{0}_{f}$

تطبيق (2):

لديكَ التّفاعُل الحراريّ المُمثّل بالمُعادلة الآتية:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)} \qquad \Delta H^{0}_{rxn} = -92.4\,kJ$$

حدِّد تغيُّر الإنتالبية في كلٍّ من المُعادلتيَن الآتيتَين:

$$2NH_{3(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{rxn1} = ?$$

$$2N_{2(g)} + 6H_{2(g)} \longrightarrow 4NH_{3(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{rxn2} = ?$$

الحل:

$$\Delta H^{\circ}_{rxn1} = -\Delta H^{\circ}_{rxn} = +92.4\,kJ$$
$$\Delta H^{\circ}_{rxn2} = 2\Delta H^{\circ}_{rxn} = -184.8\,kJ$$

نشاط (5):

اكتب المُعادلَة الحراريَّة المُعبِّرة عن تشكّل غاز المِيتان CH_4 علماً أنَّ $\Delta H^{\circ}_{f(CH_4)} = -74.8\,kJ.mol^{-1}$

٣. علاقة إنتالبية التشكّل بالثّبات الحراريّ.

نشاط (6):

أكمِل الجدولَ الآتي:

صيغةُ المُركَّب	CO	C_2H_4	SO_2	H_2S	C_6H_6
ΔH°_f $kJ.mol^{-1}$	−110.5	---------	−296.1	---------	+49.04
ΔH°_f $kJ.mol^{-1}$	---------	−52.3	---------	+20.2	---------

1. أُحدِّدُ المُركَّبَ الّذي ينشرُ أكبر كمّية من الحرارة عندَ تشكّله من عناصره الأوّلية.
2. أحدِّدُ المُركَّبَ الّذي يحتاجُ إلى أكبر كمّية من الحرارة حتّى يتفكّكَ إلى عناصرِه الأوّلية.
3. أتعرَّفُ العلاقةَ بينَ الثّبات الحراريّ لمُركّب وكمّية الحرارة المُنتشِرة عندَ تشكّله. ماذا أستنتجُ؟
4. أتعرّف العلاقة بين الثبات الحراري لمركب وكمية الحرارة المُمتصّة عند تشكّله. ماذا أستنتجُ؟
5. أرسمُ مُحوَراً يُمثّلُ تغيُّر إنتالبية التشكّل، ثمَّ أحدِّدُ عليه أنتالبيات التشكّل للمُركَّبات السّابقة. ماذا أستنتجُ؟

أستنتج:

التفاعل ماص للحرارة — التفاعل ناشر للحرارة

$\Delta H^{\circ}_f > 0$ — 0 — $\Delta H^{\circ}_f < 0$

$+\infty$ — $-\infty$

أقل ثباتاً — أكثر ثباتاً

- يزدادُ الثّباتُ الحراريّ للمُركّب بازدياد كمّية الحرارة المُنتشِرة عندَ تشكّله.
- يقلُّ الثّباتُ الحراريّ للمُركّب بازدياد كمّية الحرارة المُمتصّة عندَ تشكّله.

تطبيق (3):

رتِّب المُركَّبات الآتية بحسبِ تزايدِ ثباتِها الحراريّ, بالاعتماد على أنتالبيات تشكّلها القياسيّة:

صيغةُ المُركَّب	C_3H_8	CO_2	H_2O	C_2H_2
ΔH_f° $kJ.mol^{-1}$	−103.8	−393.5	−286	+226.7

الحل:

(أكثر ثباتاً) $CO_2 \longrightarrow H_2O \longrightarrow C_3H_8 \longrightarrow C_2H_2$ (أقلّ ثباتاً)

نشاط (7):

رتِّب المُركَّبات الآتية تَنازُلياً بحسب ثباتِها الحراريّ بالاعتماد على أنتالبيات تشكّلها القياسيّة:

صيغةُ المُركَّب	$C_6H_{6(l)}$	$CH_3OH_{(l)}$	$H_2S_{(g)}$	$HI_{(g)}$
ΔH_f° $kJ.mol^{-1}$	+49.04	−238.6	−20.2	+25.9

حرارةُ الاحتراقِ القياسيّة ΔH_c° :

نشاط (8):

يحترق كلٌّ من غاز أوّل أكسيد الكربون وغاز الميتان احتراقاً تامّاً في الشّروط القياسيّة, وفقَ المُعادلتَين الآتيتَين:

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^\circ = -283\,kJ$$

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^\circ = -890\,kJ$$

- أحدِّدُ عددَ مولات CO المتَفاعِلة.
- أحدِّدُ عددَ مولات CH_4 المتَفاعِلة.
- أُحدِّدُ كمّية الحرارة المُرافِقة لاحتراق مول واحد من غاز أوّل أكسيد الكربون. ماذا أستنتج؟
- أُحدِّدُ كمّية الحرارة المُرافقة لاحتراق مول واحد من غاز الميتان. ماذا أستنتج؟

أستنتجُ: كمّية الحرارة المُنتشِرة عندَ احتراق $1\,mol$ من المادّة احتراقاً تاماً بوجود كمّيةٍ كافيةٍ من الأكسجين في الشّروط القياسيّة, تختلفُ من مادّةٍ لأخرى, وتسمَّى حرارةَ الاحتراق القياسيّة, يُرمَزُ لها بـ ΔH_c° , ووحدتُها $kJ.mol^{-1}$.

نشاط (9):

اكتب المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن احتراق الإستيلين C_2H_2, علماً أنَّ حرارة احتراقه $\Delta H_c^\circ = -1255.5\,kJ.mol^{-1}$

أهمّية حرارة الاحتراق

نشاط (10):

ألاحِظ وأستنتِجُ

أنظرُ إلى الصّور الآتية، ثمّ أجيبُ:

سيارةٌ تعملُ على الدّيزل(المازوت)

سيارةٌ تعملُ على البنزين

- أتعرّفُ أسبابَ اختلاف نوع الوقود المُستعمَل في وسائل النّقل.
- أقارنُ بينَ أنواعِ الوقود من حيثُ الطّاقة الناتِجة عن احتراق كمّيات مُتساوية من كلٍّ منها في شروطٍ مُتماثِلة. ماذا أستَنتجُ؟

- أتعرَّفُ الغذاء المُمكِن تناوله من قبل شخصٍ يرغبُ في إنقاص وزنه.
- أُقارِنُ بينَ أنواعِ الأغذية من حيثُ الطاقة الناتِجة عن تناول كمّياتٍ مُتساويةٍ من كلٍّ منها. ماذا أستنتجُ؟

أستنتجُ: لكلِّ مادَّةٍ حرارةُ احتراقٍ ثابتة، وتتوقّفُ قيمتُها على طبيعة المادّة، وتختلفُ قيمتُها من مادّة لأخرى. يُستفادُ منها في تقدير القيمة الحراريّة لأنواع الوقود والأغذية.

نشاط (11):

حدِّدْ الوقود الأفضل من حيثُ قيمة ونظافة الطاقة الناتِجة عن احتراق كلّ من أنواع الوقود الآتية, بالاعتماد على الجدول الذي يبيّن كمّية حرارة احتراق كلٍّ منها:

المادّة	الغاز الطبيعي	الهدروجين	الفحم	البنزين
الحرارة المنتشرة عن احتراق 1 g $(kJ.g^{-1})$	49	143	31	48

تطبيق (4):

اكتب المُعادلة الحراريّة المُعبِّرة عن احتراق البروبان C_3H_8, ثمَّ احسبْ كمّية الحرارة المُنتشِرة من احتراق 880 g بروبان, إذا علمتَ أنّ حرارة احتراقه القياسيّة $\Delta H_c^\circ = -2220\ kJ.mol^{-1}$.

الحل:

كتابة المُعادلَة الكيميائيّة الحراريّة المُمثّلة للتَفاعُل:

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)} \quad \Delta H^\circ_{rxn} = -2220\ kJ$$

حساب عدد مولات البروبان الموجودة في 880 g:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{880}{44} = 20\ mol$$

حساب كمّية الحرارة المُنتشِرة من احتراق 880 g:

$$\Delta H = 20 \times (-2220) = -44400\ kJ$$

٤. حرارة الذَّوبان المولية ΔH_s:

تشعرُ بارتفاع درجة حرارة يدك عندَ إذابةِ كمّيةٍ قليلةٍ من مسحوق الغسيل بالماء فيها.

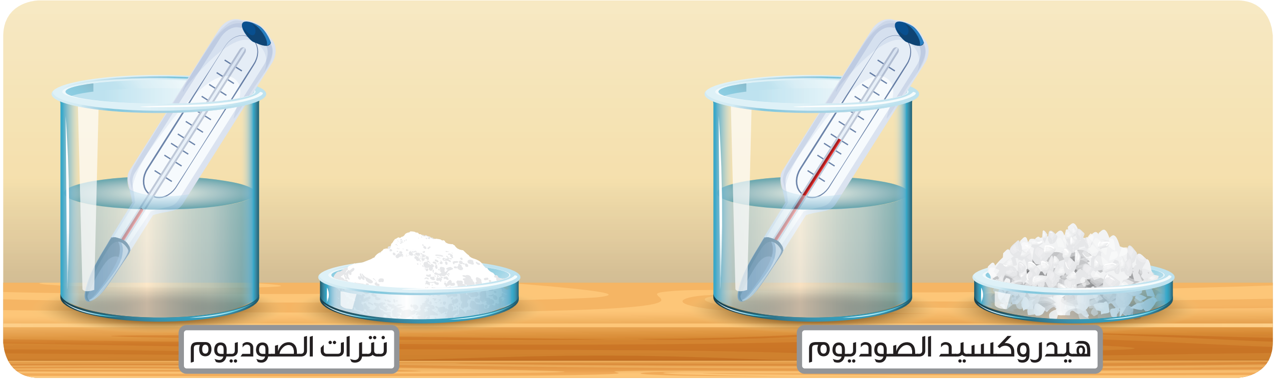
أُجرِّب وأستنتِج:

الموادّ والأدوات اللازمة:

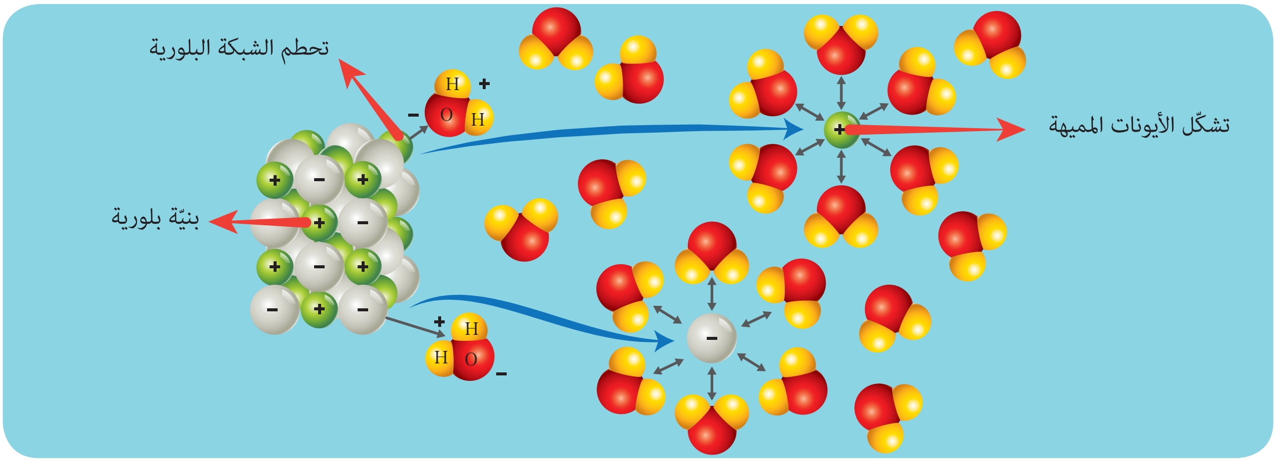
كأس زجاجي عدد 2 – ميزان حرارة عدد 2 – أنبوب مدرّج – مِيزان لقياس الكتلة – حبات من هدروكسيد الصوديوم النّقي – نِترات الصوديوم الصلب – ماء مُقطّر.

خطواتُ تنفيذ التّجربة:

- أضعُ في كلّ كأس 80 mL ماءً مقطراً.
- أُحدِّدُ درجةَ الحرارة في كلّ كأس، وأسجِّلُ مُلاحظاتي.
- أضيفُ 5 g من حبات هدروكسيد الصّوديوم في الكأس الأوّل، و 5 g من نترات الصّوديوم في الكأس الثاني. ماذا أُلاحِظ؟
- أُحدِّدُ درجة الحرارة في كلّ من الكأسين، وأسجل النتائج.
- أُقارِنُ النتائج، وأستنتجُ:



- ترتفعُ درجةَ الحرارة عندَ انحلال حبّات هدروكسيد الصّوديوم في الماء.
- ذوبانُ هدروكسيد الصّوديوم في الماء ناشر للحرارة.
- تنخفضُ درجةُ الحرارة عندَ انحلال نِترات الصّوديوم في الماء.
- ذوبانُ نِترات الصّوديوم في الماء الماصّ للحرارة



- توجَدُ مُعظَم الموادّ الصلبة على شكلّ بنية بلوريّة، وتمرُّ عمليّة الذّوبان بالماء المُقطَّر بالمرحلتَين الآتيتَين:

المرحلة الأولى: تحطيم الشّبكة البلوريّة، وهي عمليّة ماصّة للحرارة، وتُسمّى طاقة التبلوُر ΔH_1.

المرحلة الثانية: تشكِّل الأيونات المُميَّهة وهي عملية ناشِرة للحرارة، وتسمَّى طاقة التميُّه ΔH_2.

تكونُ عمليّة الذّوبان:

- ماصَّة للحرارة عندَما $\Delta H_2 < \Delta H_1$.
- ناشِرة للحرارة عندَما $\Delta H_2 > \Delta H_1$.

تعرَّف حرارة الذّوبان المولية:

بأنَّها التغيُّر الحراريّ الناتِج عن ذوبان مول واحد من المادَّة المُنحلَّة في الماء المُقطَّر، لتكوين لتر من المحلول، ويرمَزُ لها بـ ΔH_s، ووحدتُها $kJ.mol^{-1}$، وتُحسَبُ حرارة الذّوبان من القانون $\Delta H_s = \Delta H_1 + \Delta H_2$.

تطبيق (5):

اكتب المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن ذوبان هدروكسيد الصّوديوم بالماء, إذا علمتَ أنّ حرارة ذوبانه $\Delta H_s = -51\,kJ.mol^{-1}$

الحل:

$$NaOH_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \qquad \Delta H = -51\,kJ$$

إثراء:

تستخدم أكياس خاصة للتسخين أو للتبريد، بالاعتماد على ذوبان ملح في الماء فيحدث تحوّل حراري يُمكنُ الاستفادة منها في الإسعافات الأولية للإصابات.

نشاط (12):

عندَ ذوبانِ ملح كلوريد الصّوديوم بالماء المُقطَّر, تكونُ قيمة طاقة التبلور $\Delta H_1 = 766\,kJ.mol^{-1}$ **وطاقة التميُّه** $\Delta H_2 = -770\,kJ.mol^{-1}$ **. المطلوب: احسب الحرارةَ المولية للذّوبان, ثمّ اكتب المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن ذوبان كلوريد الصّوديوم.**

٥. حرارةُ التّعديل ΔH_N:

يُمكنُ تناوُل أقراص دواءٍ تحتوي على هدروكسيد المغنزيوم لمُعالَجة زيادة حموضة المعدة. ما المقصود بتفاعُل التعديل؟

أُجرِّب وأستنتج (2):

الموادّ والأدوات اللازمة:

وعاء زجاجي عدد 2 – محلول حمض كلور الماء – محلول هدروكسيد الصّوديوم – ميزان حرارة عدد 2.

خطواتُ تنفيذ التّجربة:

- أضَعُ كمّية من محلول حمض كلور الماء في وعاء، وكمّية من محلول هدروكسيد الصّوديوم في وعاءٍ آخر.
- أضَعُ ميزانَ حرارةٍ في كلِّ وعاءٍ، وانتظرُ حتّى تصبحَ درجةُ حرارتِهما مُتساوية.
- أمزجُ المحلولَين، وأقيسُ درجةَ حرارة المحلول الناتِج، ماذا ألاحِظ؟
- أُقارِنُ النتائِج، ماذا أستنتجُ؟

أستنتج: تَفاعُل التَّعديل هو تَفاعُل حمض معَ أساس.

- تُعرَّف حرارةُ التّعديل بأنّها: كمّية الحرارة المُنطلِقة نتيجة تكوُّن مول واحد من الماء عند تعديل أيون H^+ ناتج من تأيُّن حمض معَ أيون OH^- ناتج من تأيُّن أساس, وحدتها $kJ.mol^{-1}$.

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \Delta H = -57.7\,kJ$$

– ألاحظُ المعادلات التي تعبّر عن تَفاعُلات التّعديل الآتية وأستنتجُ:

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -57.7kJ$$

$$HNO_{3(aq)} + KOH_{(aq)} \longrightarrow KNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -57.7kJ$$

$$HCN_{(aq)} + KOH_{(aq)} \longrightarrow KCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -10.46\,kJ$$

$$HCl_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow NH_4Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -53.2\,kJ$$

$$HCN_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow NH_4CN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -4.5\,kJ$$

– ماهي قيمةُ حرارة تعديل حمض قويّ مع أساسٍ قوي؟

– علِّل حرارةَ تعديل حمضٍ بأساسٍ، أحدُهما أو كلاهما ضعيفٌ أصغر بالقيمة المُطلَقة من $-57.7\,kJ.mol^{-1}$

أستنتج:

- حرارة تعديل حمض قويّ مع أساسٍ قويّ تُساوي $-57.7\,kJ.mol^{-1}$.
- الحموضُ والأسسُ الضعيفة ذات درجة تأيُّنٍ صغيرة، وعمليةُ التّأين تحتاجُ إلى طاقةٍ حراريّة.
- حرارةُ التعديل = حرارة تعديل حمضٍ قويّ مع أساسٍ قويّ + حرارة تأيُّن الحمض أو الأساس الضّعيف.

تطبيق (6):

إذا علمتَ أنَّ حرارةَ تأيُّن حمض سيانيد الهدروجين $47.24\,kJ.mol^{-1}$, احسبْ حرارةَ تعديل حمض سيانيد الهدروجين مع هدروكسيد البوتاسيوم, ثم اكتبْ المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن التّفاعُل.

الحل:

حرارة التعديل = حرارة تعديل حمضٍ قويّ مع أساسٍ قويّ + حرارة تأيُّن حمض سيانيد الهدروجين

$$\Delta H_N = (-57.7) + 47.24 = -10.46\,kJ.mol^{-1}$$

$$HCN_{(aq)} + KOH_{(aq)} \longrightarrow KCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -10.46\,kJ$$

نشاط (13):

يتفاعَل حمضُ الخلّ مع هدروكسيد الصّوديوم, فإذا علمتَ أنَّ حرارة تعديل حمض الخل مع هدروكسيد الصوديوم $-56\,kJ.mol^{-1}$. المطلوب:

1. احسب حرارة تأيُّن حمض الخلّ.
2. اكتب المُعادَلة الحرارية المُعبِّرة عن تعديل حمض الخلّ مع هدروكسيد الصّوديوم.

٦. طاقةُ الرّابطة ΔH_b:

- ألاحِظُ المُعادلتَين الحراريتَين الآتيتَين:

$$H + H \longrightarrow H - H \quad \Delta H = -436\,kJ$$

$$O + O \longrightarrow O = O \quad \Delta H = -495\,kJ$$

- أُحدِّدُ قيمةَ الطاقة الناتجة عن تكوُّن الرّابطة المُشترَكة في جُزيء غاز الهدروجين H_2.
- أُحدِّدُ قيمةَ الطاقة الناتجة عن تكوُّن الرّابطة المُضاعَفة في جُزيء غاز الأكسجين O_2.
- أقارِنُ النتائجَ، ماذا أستنتجُ؟
- أحدِّدُ قيمةَ الطاقة اللازمة لتفكيك الرّابطة المُشترَكة في كلٍّ من جُزيء غاز الهدروجين وجُزيء غاز الأكسجين؟
- أتعرَّفُ العلاقةَ بينَ طاقة تكوّن الرّابطة المُشترَكة، والطاقة اللازمة لتفكّكها.
- أتعرَّفُ العلاقةَ بينَ قيمة طاقة الرّابطة المُشترَكة في مُركَّب، وثبات هذا المُركَّب حرارياً.

أستنتج:

- عندَ تفكّكِ رابطةٍ مُشترَكة يجبُ تقديم طاقة للجزيء، وتكونُ مُقدَّراً موجباً.
- عند تكوُّن رابطةٍ مُشترَكة ينطلقُ طاقةً، وتكونُ مُقدَّراً سالباً.
- طاقة تكوُّنِ الرّابطة المُشترَكة تُساوي طاقة تفكّكها بالمِقدار وتخالفُه بالإشارة.
- طاقة الرّابطة المُشترَكة $A - B$: هي الطّاقة اللازمة لتفكيك $1\,mol$ من المادّة $A - B$ في حالته الغازية إلى ذراتٍ مُنفردة B, A في الحالة الغازيّة، يُرمَز لها بـ ΔH_b، ووحدتُها $kJ.mol^{-1}$.
- تدلُّ قيمةُ طاقة الرّابطة الأكبر على أنَّ تفكّك الرّابطة يحتاجُ إلى طاقةٍ أكبر، فيكونُ المُركَّب أكثر ثباتاً حراريّاً.

نشاط (14):

إذا علمتَ أنَّ طاقة الرّابطة بينَ ذرَّتَي نتروجين في جُزيء N_2 تساوي $\Delta H_{b(N \equiv N)} = 946\,kJ.mol^{-1}$, وطاقة الرّابطة بين ذرَّتَي الفلور في جُزيء F_2 تساوي $\Delta H_{b(F-F)} = 158\,kJ.mol^{-1}$. أيُّ الجزيْئيَن أكثرُ ثباتاً حراريّاً؟ علّل إجابتك.

نشاط (15):

إذا علمتَ أنّ الطّاقة اللاّزمة لتفكُّك جُزيء الميتان CH_4 إلى عناصره الأولية تُساوي $1660\,kJ$. المطلوب: احسب مُعدَّل طاقة الرّابطة $C - H$.

حسابُ إنتالبية التّفاعُل اعتماداً على إنتالبية التشكّل القياسيّة

- يُمكنُ حساب إنتالبية تَفاعُل اعتماداً على إنتالبية التشكّل لكلّ من الموادّ المتَفاعِلة والنّاتِجة باستخدام القانون:

إنتالبية التّفاعُل القياسيّة = مجموع قيم إنتالبيات التشكّل للموادّ الناتِجة − مجموع إنتالبيات التشكّل للموادّ المتَفاعِلة

$$\Delta H^0_{rxn} = \Sigma\,\Delta H^0_f - \Sigma\,\Delta H^0_f$$

مواد ناتجة مواد متَفاعُلة

جدول قيم إنتالبيات التشكّل لبعض الموادّ:

حرارةُ التشكّل القياسيّة ΔH_f (kJ.mol^{-1})	المُركَّب	حرارةُ التشكّل القياسيّة ΔH_f (kJ.mol^{-1})	المُركَّب
+52.3	$C_2H_{4\,(g)}$	−241.8	$H_2O_{(g)}$
+226.7	$C_2H_{2\,(g)}$	−286.0	$H_2O_{(l)}$
+49.04	$C_6H_{6\,(l)}$	−92.3	$HCl_{(g)}$
−201.2	$CH_3OH_{(g)}$	−36.2	$HBr_{(g)}$
−238.6	$CH_3OH_{(l)}$	+25.9	$HI_{(g)}$
−296.1	$SO_{2\,(g)}$	−20.2	$H_2s_{(g)}$
−110.5	$CO_{(g)}$	−46.2	$NH_{3\,(g)}$
−393.5	$CO_{2\,(g)}$	−411	$NaCl_{(s)}$
−1669.8	$Al_2O_{3\,(s)}$	−74.85	$CH_{4\,(g)}$
−822.2	$Fe_2O_{3\,(s)}$	−84.67	$C_2H_{6\,(g)}$

تطبيق (7):

اعتماداً على جدول قيم إنتالبيات التشكّل القياسيّة, احسب تغيُّر الإنتالبية القياسيّة للتفاعُل المُمثَّل بالمُعادَلة الآتية:

$$SO_{2(g)} + 2H_2S_{(g)} \longrightarrow 3S_{(s)} + 2H_2O_{(g)}$$

الحل:

$$\Delta H^0_{rxn} = \Sigma\Delta H^0_f - \Sigma\,\Delta H^0_f$$

مواد ناتجة مواد متَفاعُلة

$$\Delta H = [3\Delta H^0_{f(s)} + 2\Delta H^0_{f(H_2O)g}] - [2\Delta H^0_{f(H_2S)} + 2\Delta H^0_{f(SO_2)g}]$$

$$\Delta H = [3(0) + 2(-241.8)] - [2(-20.2) + (-296.1)] = -147.1\,kJ$$

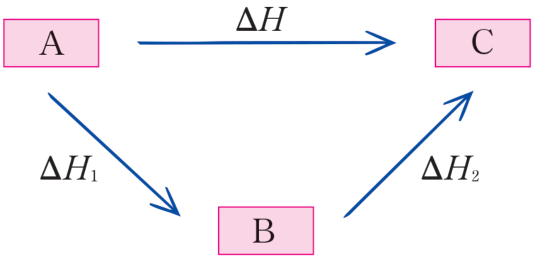
نشاط (16):

لديك التّفاعُل المُمثّل بالمُعادلة الآتية: $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$ **والمطلوب:**

1. احسب تغيُّر الإنتالبية القياسيّة لهذا التّفاعُل، اعتماداً على جدول إنتاليات التشكّل القياسيّة.
2. هل هذا التّفاعُل ناشِرٌ أم ماصٌ للحرارة؟ علِّل إجابتك.

قانون هِسْ

عندَ الانطلاق من مكانٍ ما في مدينة دمشقَ للصّعود إلى جبل قاسيون، والوصول إلى قمَّتِه المُطلَّة على مدينة دمشق.
يُمكنُ سلوك طرائق ومساراتٍ مُختلِفة، هل سيختلفُ ارتفاعُ القمَّة عن نقطة الانطلاق؟
كذلك تغيُّر الإنتالبية المُرافِق لتَفاعُل يحافِظُ على قيمة ثابته، سواء تمَّ التّفاعُل في مرحلةٍ واحدةٍ أو في عدَّة مراحلٍ في الشّروط نفسِها، وهذا يُدعى قانونُ هِسْ.



يُمكنُ حساب تغيّر الإنتالبية في التحوُّل: $A \longrightarrow C$
من القانون $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$

أهمية استخدام قانون هِسْ

- لكي يتحوَّلَ الفحم(الغرافيت) إلى ألماس، يلزمُه ملايين السّنين، وبالتالي لا يُمكنُ حساب إنتالبية هذا التّحوُّل بشكلٍ مُباشَر.
- احتراق الكربون لتشكيل أُحادي أكسيد الكربون فقط صعب، لأنَّه يتشكّلُ غازُ ثُنائي أكسيد الكربون أيضاً.

نتيجة:

يُمكنُ استخدام قانون هِسْ في الحالات التي لا يُمكنُ حساب تغيُّر الإنتالبية بشكلٍ مُباشَر.

تطبيق (8):

احسب تغيُّر الإنتالبية المُرافِق لتحوُّل الفحم (الغرافيت) إلى ألماس $C_{graphite} \longrightarrow C_{diamond}$, اعتماداً على التّفاعُلات الحراريّة المُمثّلة بالمُعادلتَين الآتيتَين:

$$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_1^0 = -393.5\,kJ$$

$$C_{(diamond)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_2^0 = -395.4\,kJ$$

الحل:

تبقى المُعادَلة الأولى كما هي: $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_1^0 = -393.5\,kJ$

نعكسُ المُعادَلة الثّانية: $CO_{2(g)} \longrightarrow C_{(diamond)} + O_{2(g)} \quad \Delta H_2^{\prime 0} = +395.4\,kJ$

بجمع المُعادلتَين، واختصار المُشترَك في الطرفَين:

$$C_{(graphite)} + \cancel{O_{2(g)}} + \cancel{CO_{2(g)}} \longrightarrow \cancel{CO_{2(g)}} + \cancel{O_{2(g)}} + C_{(diamond)}$$

نحصلُ على المُعادَلة المطلوبة $C_{graphite} \longrightarrow C_{diamond}$

وبالتالي حسب قانون هِسْ نجدُ: $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H'_2 = -393.5 + 395.4 = +1.9\,kJ$

نشاط (17):

احسب إنتالبية تشكّل $CO_{(g)}$ اعتماداً على تفاعُلي الاحتراق الآتيين:

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_1^0 = -283\,kJ$$

$$C_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_2^0 = -393.5\,kJ$$

حساب إنتالبية التّفاعُل اعتماداً على مُعدَّل قيم طاقات الرَّوابط

كيفَ يُمكنُ حساب إنتالبية تَفاعُل ما اعتماداً على قيم طاقات الرَّوابط؟

نشاط (18):

المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن اتّحاد غاز الهدروجين مع غاز الكلور, وفقَ التّفاعُل الآتي:

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)} \quad \Delta H^0 = -185\,kJ$$

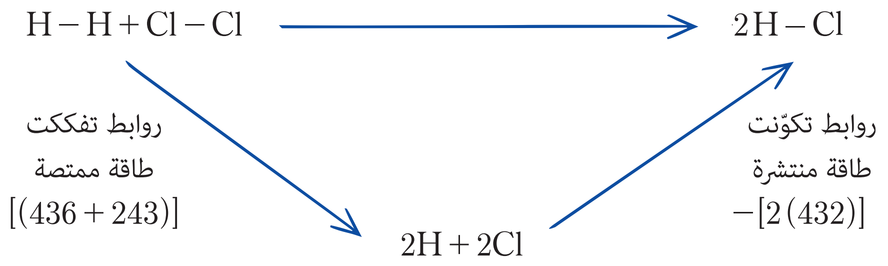
اعتماداً على جدول طاقات الرَّوابط, المطلوب حساب:

1. أحسبُ مجموعَ طاقاتِ روابط الموادّ المُتَفاعِلة: $H-H + Cl-Cl \longrightarrow$

$[(436 + 243)] = 679\,kJ$ (مِقدار موجب)

2. أحسبُ مجموعَ طاقاتِ روابطِ الموادّ الناتِجة: $\longrightarrow 2H-Cl$

(مِقدار سالب) $[2(432)] = 864\,kJ$



3. أحسبُ المجموعَ الجبريَّ لطاقات الرَّوابط في التَّفاعُل: $\Delta H = (679) - (864) = -185\,kJ$

4. أحسبُ تغيُّرَ إنتالبية التّفاعُل بتطبيق القانون:

$$\Delta H^0_{rxn} = \Sigma\,\Delta H^0_f - \Sigma\,\Delta H^0_f$$

مواد متَفاعُلة   مواد ناتجة

$$\Delta H^0_{rxn} = [2 \times \Delta H^0_f(HCl)] - [\Delta H^0_f(H_2) - \Delta H^0_f(Cl_2)]$$
$$\Delta H^0_{rxn} = [2(-92.3)] - [0+0] = 184.6\,k.J$$

أُقارِنُ النتائجَ، ماذا أستنتجُ؟

أستنتج أن:

- إنتالبية التّفاعُل يُمكنُ حسابها اعتماداً على قيم طاقات الرَّوابط من القانون:
  إنتالبية التّفاعُل = مجموعُ طاقات روابط الموادّ المُتَفاعِلة − مجموع طاقات روابط الموادّ الناتِجة

$$\Delta H_{rxn} = \Sigma\,\Delta H_b - \Sigma\,\Delta H_b$$

مواد ناتجة   مواد متَفاعُلة

- الاختلافُ بين القيمتَين السّابقتَين يُعزَى إلى البنية الهندسيَّة للجُزيئات.

جدولُ مُعدَّل قيم بعض طاقات الرَّوابط			
مُعدَّل تغيُّر طاقة الرّابطة $\Delta H_b = (kJ.mol^{-1})$	نوع الرّابطة	مُعدَّل تغيُّر طاقة الرّابطة $\Delta H_b = (kJ.mol^{-1})$	نوع الرّابطة
495	$O=O$	436	$H-H$
391	$N-H$	563	$H-F$
415	$C-H$	432	$H-Cl$
344	$C-C$	366	$H-Br$
615	$C=C$	299	$H-I$
812	$C\equiv C$	158	$F-F$

$Cl-Cl$	243	$C-Cl$	328
$Br-Br$	193	$C=O$	724
$I-I$	151	$C-Br$	226
$O-H$	463	$N\equiv N$	946

تطبيق (9):

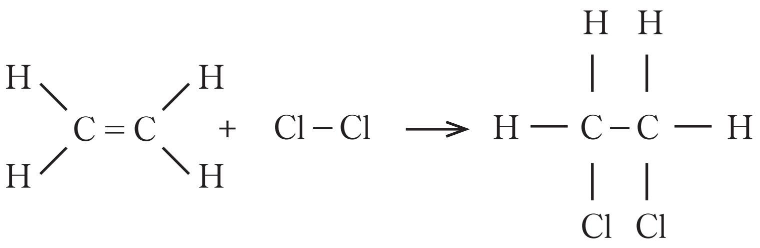
احسب تغيّر إنتالبية التّفاعُل الآتي, اعتماداً على جدول قيم طاقات الرَّوابط.

$$C_2H_{4(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow C_2H_4Cl_{2(g)}$$

الحل:

$$\Delta H_{rxn} = \Sigma \Delta H_b - \Sigma \Delta H_b$$

مواد ناتجة   مواد متَفاعُلة



$$\Delta H^\circ = [4\Delta H_{b(C-H)} + \Delta H_{b(C=C)} + \Delta H_{b(Cl-Cl)}] - [4\Delta H_{b(C-H)} + \Delta H_{b(C-C)} + 2\Delta H_{b(C-Cl)}]$$

$$\Delta H^\circ = [\ 1660 + 615 + 243\ ] - [\ 1660 + 344 + 656\ ]$$

$$\Delta H^\circ = -142\,kJ$$

نشاط (19):

لديك التّفاعُل المُمثّل بالمُعادَلة الآتية: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ **. المطلوب:**

1. احسب إنتالبية هذا التّفاعُل، اعتماداً على جدول قيم طاقات الرَّوابط
2. هل هذا التّفاعُل ناشِرٌ أم ماصٌّ للحرارة؟ علِّل إجابتَك.

تعلّمت

- التغيُّر الحراريّ الّذي يحصلُ خلال التّفاعُل هو الفرق بينَ إنتالبية الموادّ الناتِجة وإنتالبية الموادّ المُتَفاعِلة.

- **أنواعُ حرارة التّفاعُل:**

1. **إنتالبية التشكّل القياسيّة:** هي تغيُّر الإنتالبية عندَ تشكّل 1mol من المادّة انطلاقاً من عناصرها الأوّلية في الشّروط القياسيّة.
2. **إنتالبية التفكّك القياسيّة:** هي تغيُّر الإنتالبية عند تفكُّك 1mol من المادّة إلى عناصرها الأوّلية في الشّروط القياسيّة وحدتُها $kJ.mol^{-1}$.
3. **حرارةُ الاحتراق القياسيّة:** هي كمّية الحرارة المُنتشِرة عندَ احتراق 1mol من المادّة احتراقاً تامّاً بوجود كمّيةٍ كافية من الأكسجين في الشّروط القياسيّة وحدتها $kJ.mol^{-1}$.
4. **حرارةُ الذَّوبان المولية:** هي التغيُّر الحراريّ الناتِج عن ذوبان مول واحدٍ من المُنحلّ لتكوين لترٍ من المحلول.
5. **حرارةُ التّعديل:** هي كمّية الحرارة المُنطلِقة نتيجة تكوُّن مول واحدٍ من الماء عندَ تعادُل أيُون H^+ ناتج من تأيُّن حمض معَ أيُون OH^- ناتج من تأيُّن أساس.
6. **طاقة الرّابطة المُشتركة** $A-B$: هي الطّاقة اللاّزمة لتفكيك 1mol من المادّة $A-B$ في حالتها الغازيّة إلى ذرّاتٍ مُنفردة B, A في الحالة الغازيّة، ويُرمَزُ لها ΔH_b.

- حساب إنتالبية التّفاعُل:

1. اعتماداً على إنتالبيات التشكّل من القانون:

$$\Delta H_{rxn} = \underset{\text{مواد ناتجة}}{\Sigma \Delta H_f^0} - \underset{\text{مواد متَفاعُلة}}{\Sigma \Delta H_f^0}$$

2. اعتماداً على طاقاتِ الرّوابط من القانون:

$$\Delta H_{rxn} = \underset{\text{مواد متَفاعُلة}}{\Sigma \Delta H_b} - \underset{\text{مواد ناتجة}}{\Sigma \Delta H_b}$$

3. اعتماداً على قانون هِسْ الّذي ينصُّ على أنَّ تغيُّر الإنتالبية المُرافِق لتَفاعُلٍ يُحافِظ على قيمةٍ ثابتةٍ سواءَ تمّ التّفاعُل في مرحلةٍ واحدة أو في عدَّة مراحل.

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

أختبر نفسي

أولاً: اكتب المُعادلات الكيميائيّة الحراريّة للتفاعُلات الآتية:

1. احتراق ثُنائيّ كبريت الكربون (CS_2) السّائل مُعطياً ثُنائيّ أكسيد الكربون، وثُنائيّ أكسيد الكبريت، علماً أنَّ حرارة احتراقه ($-1075\ kJ.mol^{-1}$).

----

2. تَفاعُل النتروجين معَ الأكسجين لتكوّن 1 mol من أُحادِي أكسيد النتروجين (NO) يحتاجُ إلى (90.37 kJ)

----

3. احتراق الميتانول CH_3OH علماً أنَّ حرارةَ احتراقه $-727\ kJ.mol^{-1}$.

----

4. تشكّل 2 mol من SO_2 انطلاقاً من عناصره الأوليّة، علماً أنَّ إنتالبية التشكّل القياسيّة له $-296.1\ kJ.mol^{-1}$

----

5. احتراق الكربون(الغرافيت) بوجود كمّية كافية من الأكسجين، علماً أنَّ حرارةَ احتراقه $-393.5\ kJ.mol^{-1}$.

----

6. تشكّل CO انطلاقاً من عناصره الأوليّة، علماً أنَّ $\Delta H^0_{f(CO)} = -110.5\ kJ.mol^{-1}$.

----

7. ذوبان نِترات الأمونيوم بالماء المُقطَّر، علماً أنَّ حرارة ذوبانه $+25\ kJ.mol^{-1}$.

ثانياً: اختر الإجابة الصَّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. إذا علمتَ أنّ:

$$\Delta H^0_{f(C_2H_4)_{(g)}} = +52.3\ kJ.mol^{-1}$$
$$\Delta H^0_{f(C_2H_6)_{(g)}} = -84.7\ kJ.mol^{-1}$$

يكونُ التغيُّر في إنتالبية التّفاعُل: $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$

a. $\Delta H = -137\ kJ$ b. $\Delta H = +137\ kJ$ c. $\Delta H = -32.4\ kJ$ d. $\Delta H = +32.4\ kJ$

2. إذا علمتَ أنّ:

$$\Delta H^0_{f(HCl)_{(g)}} = -92\ kJ.mol^{-1}$$
$$\Delta H^0_{f(HF)_{(g)}} = -270\ kJ.mol^{-1}$$

فإنّ مِقدارَ التغيُّر في إنتالبية التّفاعُل: $2HCl_{(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)} + Cl_{2(g)}$

a. $\Delta H = -356\ kJ$ b. $\Delta H = +356\ kJ$ c. $\Delta H = -362\ kJ$ d. $\Delta H = -178\ kJ$

3. إذا علمتَ أنّ حرارةَ تشكّل هاليدات الهدروجين:

$\Delta H^0_{f(HBr)} = -36.2\ kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f(HF)} = -269\ kJ.mol^{-1}$

$\Delta H^0_{f(HI)} = +25.9\ kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f(HCl)} = -92.3\ kJ.mol^{-1}$

فإنّ أقلَّ هذه المُركَّبات ثباتاً حراريّاً هو:

a. HF   b. HI   c. HBr   d. HCl

4. إذا علمتَ أنّ حرارةَ تشكّل كلٍّ من الحموض:

$\Delta H^0_{f(HCl)} = -92.5\ kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f(H_2SO_4)} = -814\ kJ.mol^{-1}$

$\Delta H^0_{f(CH_3-COOH)} = -487\ kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f(HNO_3)} = -173\ kJ.mol^{-1}$

فإنّ أكثرَ هذه المُركَّبات ثباتاً حراريّاً هو:

a. CH_3-COOH b. HCl   c. H_2SO_4 d. HNO_3

5. إذا علمتَ أنّ حرارةَ تعادُل حمض ضعيفٍ وأساسٍ قويّ تُساوي $(-10.5\ kJ.mol^{-1})$، فإنَّ حرارةَ تأيُّن الحمض الضَّعيف تكوُّن:

a. $10.5\ kJ.mol^{-1}$ b. $57.7\ kJ.mol^{-1}$ c. $47.2\ kJ.mol^{-1}$ d. $\Delta H = -178\ kJ$

6. إذا علمتَ أنَّ $\Delta H^\circ_{f(Al_2O_3)} = -1676\ kJ.mol^{-1}$، فإنَّ قيمةَ انتالبية التّفاعُل $2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$ هي:

a. $3352\ kJ$ b. $-838\ kJ$ c. $-3352\ kJ$ d. $838\ kJ$

ثالثاً: أعطِ تفسيراً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. تغيُّر الإنتالبية يُعدّ تابع حالة.
2. يزدادُ الثّبات الحراريّ للمُركّب كلَّما زادَت الحرارةُ المُنتشِرة عندَ تشكّله.
3. حرارة تعديل حمض ضعيفٍ بأساسٍ قويّ، أقلّ بالقيمة المُطلَقة من حرارة تعديل حمضٍ قويّ بأساسٍ قويّ.

رابعاً: رتّب الغازات الآتية:

$(Cl_{2(g)}\ ,\ N_{2(g)}\ ,\ O_{2(g)}\ ,\ H_{2(g)})$

حسب تزايُد ثباتها الحراريّ، اعتماداً على جدولِ طاقاتِ الرّوابط الآتي:

الرّابطة	$H-H$	$O=O$	$N\equiv N$	$Cl-Cl$
طاقة الرّابطة $\Delta H_b\ (kJ.mol^{-1})$	436	495	946	243

خامساً: حُلّ المسائل الآتية:

المسألةُ الأولى:

احسب تغيُّر إنتالبية التّفاعُل الآتي: $C_2H_{2(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$ في الدَّرجة $(25°C)$، اعتماداً على جدول إنتالبيات التشكّل القياسيّة.

المسألةُ الثانية:

إذا علمتَ أنّ حرارةَ احتراق كلٍّ من CO و H_2 و CH_3-OH هي على التّرتيب: $-284\,kJ.mol^{-1}$، $-286\,kJ.mol^{-1}$، $-727\,kJ.mol^{-1}$. والمطلوب:

1. اكتب المُعادَلات الحراريّة المُعبِّرة عن تَفاعُلات احتراق كلّ من الموادّ السَّابقة.
2. احسب تغيُّر الإنتالبية القياسيّة للتَفاعُل الآتي:

$$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3 - OH_{(l)}$$

المسألةُ الثالثة:

احسب تغيُّر الإنتالبية القياسيّة للتَفاعُل الآتي:

$$CH_3Cl_{(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)} + HCl_{(g)}$$

وذلك اعتماداً على جدول مُعدّل طاقات الرَّوابط الكيميائيّة.

المسألةُ الرابعة:

يتفاعَل محلولُ حمض الخلّ مع محلول هدروكسيد البوتاسيوم، فإذا علمتَ أنَّ حرارةَ تأيُّن حمض الخلّ $1.4\,kJ.mol^{-1}$.

المطلوب:

1. احسبْ حرارةَ تعديل التّفاعُل الحاصِل.
2. اكتبِ المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن تَفاعُل الحاصِل.

المسألةُ الخامسة:

لديك المُعادَلة الحراريّة الآتية:

$$C_2H_4 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH \qquad \Delta H° = -32\,kJ$$

المطلوب:

1. احسب طاقةَ الرَّابطة $\Delta H_{b(O-H)}$ اعتماداً على جدول طاقاتِ الرَّوابط الآتي:

الرّابطة	$C-H$	$C-O$	$C-C$	$C=C$
طاقة الرّابطة $\Delta H_b\,(kJ.mol^{-1})$	415	351	344	615

2. هل هذا التَفاعُل ناشِرٌ أم ماص للحرارة؟ علّل إجابتك.

المسألةُ السادسة:

لديك المُعادَلة الحراريّة الآتية:

$$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H^\circ = -2511\,kJ$$

إذا علمتَ أنّ: $\Delta H^\circ_{f(H_2O)} = -242\ kJ.mol^{-1}$ ، $\Delta H^\circ_{f(CO_2)} = -393.5\,kJ.mol^{-1}$.

المطلوب:

1. احسب إنتالبية التشكّل القياسيّة للإستلين C_2H_2 .

2. احسب حرارةَ احتراق الإستلين.

المسألةُ السّابعة:

إذا علمتَ أنَّ حرارةَ احتراق الميتانول CH_3-OH القياسيّة تُساوي $(-727\,kJ.mol^{-1})$. وإنتاليبة التشكّل القياسيّة لـ $\Delta H^\circ_{f(H_2O)} = -286\,kJ.mol^{-1}$ ، $\Delta H^\circ_{f(CO_2)} = -393.5\,kJ.mol^{-1}$. المطلوب: حساب إنتاليبة تشكّل الميتانول القياسيّة.

المسألةُ الثامنة:

اعتماداً على جدول قيمِ طاقات الرَّوابط احسب إنتاليبة التكوُّن القياسيّة لـ HBr . انطلاقاً من عناصرِه الأوَّليّة.

المسألةُ التّاسعة:

اكتب المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن ذوبان يوديد البوتاسيوم بالماء المُقطَّر، ثمَّ احسب الحرارة المولية لذوبانه، إذا علمتَ أنَّ: طاقة التَّبلوُر $632\,kJ.mol^{-1}$ ، وطاقة التَّميُّه $-619\,kJ.mol^{-1}$.

المسألةُ العاشِرة:

اعتماداً على التّفاعُلات المُمثَّلَة بالمُعادَلات الآتية:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta H^\circ = -393.5\,kJ$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O \qquad \Delta H^\circ = -286\,kJ$$

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H^\circ = -890\,kJ$$

المطلوب:

1. ما قيمةُ حرارة احتراق الميتان؟

2. ما قيمةُ إنتاليبة التفكُّك القياسيّة للماء؟

3. احسب تغيُّر إنتاليبة التّفاعُل الآتي:

$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$$

تفكير ناقد

إنَّ مُعظمَ قيم إنتاليبات التشكّل للموادّ سالِبة، ما تفسيرُك لذلك؟

أبحث أكثر

ابحث في مكتبة مدرستك أو في الشَّابكة عن كيفيّة قياس حرارة التّفاعُل تجريبيّاً ضمنَ المسعر.

مشروعُ الكيمياء الحراريّة

الطاقة أحد الأسباب الرئيسة لاستمرار حياة الكائنات الحيّة، حيثُ ترافقُ مُعظم التّفاعُلات والتحوُّلات بتغيُّرات حراريّة. وتُعنَى الكيمياء الحراريّة، التي هي جزءٌ من الترموديناميك الحراريّ، بدراسة هذه التغيُّرات.

هدفُ المشروع:

التعرُّف على الكيمياء الحراريّة.

مراحل المشروع

أولا– التخطيط

1. التعرّف على الأنظمة الحراريّة (المغلق – المعزول – المفتوح).
2. التعرّف على الطّاقة الداخليّة وعلاقتها بمتحوِّلات الحالة.
3. التعرّف على أنواع الإنتالبية.
4. التعرّف على الطَّرائق التجريبية التي يتم من خلالها قياس حرارة التّفاعُل.
5. التعرّف على أهمية الكيمياء الحراريّة في حياتنا اليومية.

ثانياً– التنفيذ

تقسيم الطلاب إلى أربع مجموعات

المجموعة الأولى تبحث في الأنظمة الحراريّة.

المجموعة الثانية تبحث في مفهوم الطاقة الداخليّة و علاقتها بمتحولات الحالة.

المجموعة الثالثة تبحث في أنواع الإنتالبية.

المجموعة الرابعة تبحث في الطَّرائق التَّجريبيَّة لقياس حرارة التّفاعُل.

المجموعة الخامسة في أهمية الكيمياء الحراريّة في حياتنا اليوميّة.

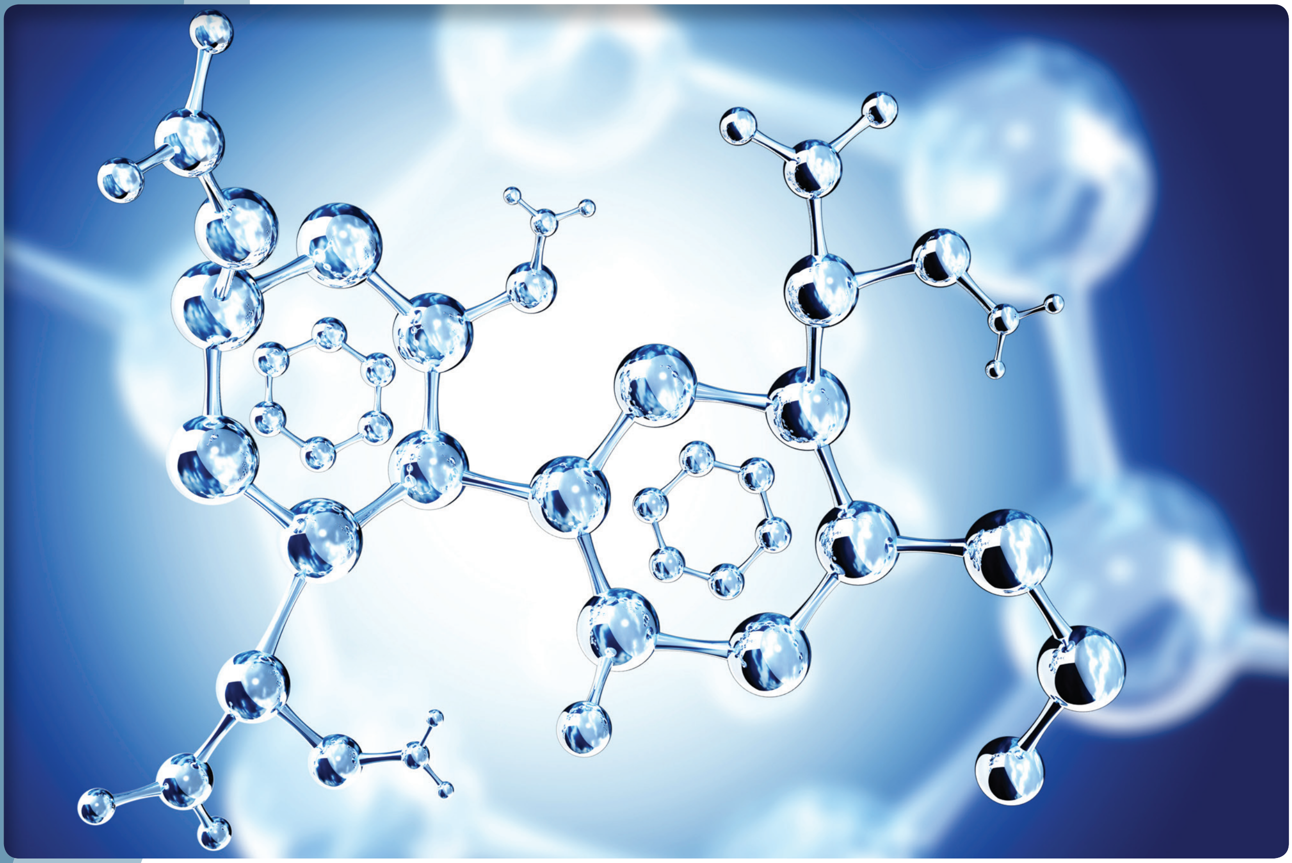
ثالثاً– التقويم:

مناقشةُ النتائجِ وإعدادُ تقريرٍ كاملٍ خلالَ مدةَ خمسةَ عشرَ يوماً.

الوحدة الثالثة
الكيمياء العضوية

أهداف الوحدة :

- يميز المُركَّبات الهدروكربونية والهدروكربونية المشتقة.
- يَتعرَّف التحليل العنصري للمركبات العضوية
- يطبّق قواعد تسمية المُركَّبات العضوية وفق الاتحاد الدولي IUPAC.
- يصيغ معادلات كيميائيّة لتَفاعُلات المُركَّبات الهدروكربونية
- يثمّن دور المُركَّبات الهدروكربونية.
- يحل تمارين تطبيقية.



1 التحليل العنصري للمركبات العضوية

الأهداف:

* يَتعرَّف المُركَّبات العضوية.
* يَتعرَّف التحليل العنصري النوعي للمادّة العضوية.
* يكشف نوع العناصر الموجودة في مادّة عضوية.
* يَحسب النسب المئوية للعناصر في مادّة عضوية.
* يستنتج صيغة مركب عضوي اعتماداً على النسب المئوية لمكوناته.

الكلمات المفتاحية:

* المُركَّب العضوي.
* المركبات الهدروكربونية.
* التحليل العنصري النوعي.
* التحليل العنصري الكمي.

استخدم الإنسان منذ القدم مركبات عضوية استخلصها من الحيوانات والنباتات كالدهون والزيوت والسكر والخل والمطاط وغيرها.
وقد أثبت علماء التاريخ استخدام التدمريين القدماء العقاقير في عمليات التحنيط والأصباغ ذات الألوان الثابتة.

المُركَّبات العضوية :

نشاط (1):

- ما العنصر المُشترَك في المُركَّبات العضويّة؟
- يوجدُ الملايين من المُركَّبات العضويّة, ما تفسيرُك لذلك؟

أستنتجُ:

1. تحتوي المُركَّبات العضويّة بشكلٍ أساسيّ على عنصر الكربون.
2. تتميّزُ المُركَّبات العضويّة بتنوعها الكبير ويعودُ ذلك إلى عدَّة عواملٍ، أهمُّها:
   - قدرةُ الكربون على تشكيل سلاسلٍ طويلةٍ وحلقاتٍ وروابطً مُضاعَفة.
   - تمتلكُ ذرة الكربون قيمةً متوسِطةً للكهرسلبيّة، لذلك تستطيعُ الارتباط بعددٍ كبيرٍ من عناصر الجدول الدّوري.

تصنيفُ المُركَّبات العضويّة حسب أنواع العناصر الدّاخلة في تركيبها

نشاط (2):

صنّف المُركَّبات العضويّة في الجدول الآتي إلى مُركَّبات هدروكربونيّة وهدروكربونيّة مُشتقَّة:

المُركَّب	الميتان	إيتانول	بروبان	كلورو إيتان
الصّيغة	CH_4	C_2H_5OH	C_3H_8	CH_3CH_2Cl
التّصنيف	---------	---------	---------	---------

أستنتجُ:

1. **المركبات الهدروكربونية:** وهي المُركَّبات التي تحتوي على عنصرَي الكربون والهدروجين فقط.
2. **مُشتقّات الهدروكربونية:** وهي المُركَّبات التي تحتوي على عنصرَي الكربون والهدروجين، إضافةً إلى عناصرَ أخرى؛ مثل الآزوت والأكسجين والهالوجينات والكبريت وغيرها.

إثراء:

نظريةُ القوّة الحيويّة:
كانَ سائداً الاعتقاد أنّ المُركَّبات العضويّة لديها قوّةٌ حيويّة تُميّزُها عن المُركَّبات اللا عضويّة وبالتالي لا يمكنُ اصطناع مُركَّبٍ عضويّ انطلاقاً من مُركَّبٍ غير عضويٍّ.
فريدرش فولر Friedrich Wohler كيميائيٌّ ألمانيٌّ، وُلِد سنة 1800 وتوفى سنة 1882 ، استطاعَ عامَ 1828 الحصولَ على اليوريا من سيانات الأمونيوم في المُختبَر، وكانَ أوّل من يُنتِج مادّةً عضويّةً من مادّةٍ غيرِ عضويَّةٍ.

التحليل العنصريّ النوعيّ:

ما الطريقة المتّبعة لمعرفةِ مُكوّنات كلّ مُركَّب ونِسَب مكوّناتها؟

1. الكشف عن الكربون والهدروجين (طريقة ليبيغ):

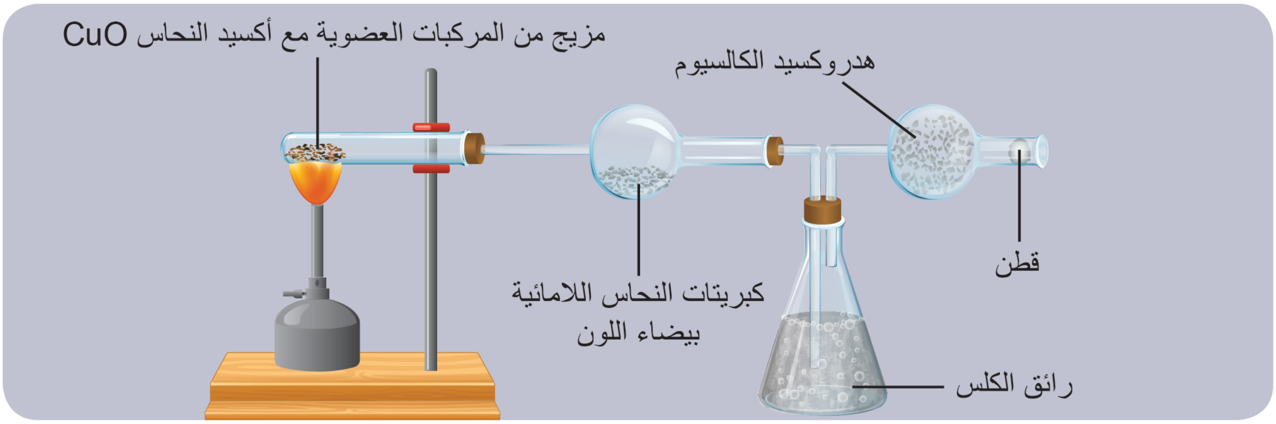
تجربة:

الموادّ والأدواتُ اللازمة:

أكسيد النّحاس الأسود – مسحوق كبريتات النحاس اللامائية (بيضاء اللّون) – مادّة عضوية (سكر مائدة، .....) – رائق الكلس – حوامل معدنيَّة – مَوقِد بنزن – سدادة – أنبوبَي اختبار.

خطوات تنفيذ التجربة:

– أضَعُ الموادّ وأركّب الأدوات كما في الشكل.



– أسخن الأنبوب الذي يحوي المادّة العضويّة وأكسيد النّحاس الأسود، ماذا ألاحظ؟

ألاحِظ وأستنتِج:

– تغيُّر لونِ المادّة العضويّة نتيجةَ تفكُّكها.

– تغيُّرُ لونِ كبريتات النّحاس البيضاء $CuSO_4$ إلى اللّون الأزرق $CuSO_4.5H_2O$، دليل على امتصاص بخار الماء الناتِج عن تَفاعُل أكسيد النّحاس مع هدروجين المادّة العضويّة وفقَ المُعادَلة:

$$CuO + 2(H) \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

– تعكُّر رائِق الكلس نتيجة امتصاصِه لغاز CO_2 الناتِج عن تَفاعُل أكسيد النّحاس مع كربون المادّة العضويّة وفق المُعادَلة:

$$2CuO + C \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2Cu$$

وبشكلٍ عام:

$$C, H \xrightarrow{CuO, \Delta} CO_2 + H_2O$$

تحتوي جميعُ المُركَّبات العضويّة على عنصرَي الكربون والهدروجين.

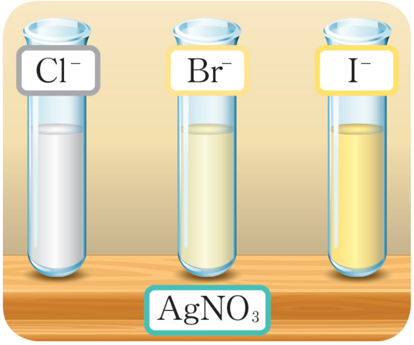
الكشفُ عن الهالوجينات والكبريت والنتروجين (طريقة لاسين):

تصهر عيّنة من مادّة عضويّة مع قطعة صغيرة من معدن الصُّوديوم.

- عندَ وجود النتروجين في المادّة العضويّة يتشكّلُ سيانيد الصُّوديوم.
- عندَ وجود الكبريت في المادّة العضويّة يتشكّل كبريتيد الصُّوديوم.
- عندَ وجود الهالوجين (X, I, Br, Cl) في المادّة العضويّة يتشكّل هاليد الصُّوديوم:

$$\text{مركّب عضويّ } (X, N, S) \xrightarrow{Na/\Delta} NaX, NaCN, Na_2S$$

يحلُّ الناتِج في الماء ويقسَم المحلولُ إلى ثلاثةِ أقسام كما يلي:



- نضيفُ إلى القسم الأوّل نترات الفضّة فإذا تشكَّلَ:
  - راسب أبيض من كلوريد الفضة، يدلُّ على وجود الكلور في العيّنة:

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)}$$

  - راسب أبيض مُصفَرّ من بروميد الفضّة، يدلُّ على وجود البروم في العيّنة:

$$Ag^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} \longrightarrow AgBr_{(s)}$$

  - راسب لونُه أصفر من يوديد الفضّة، يدلُّ على وجود اليود في العيّنة:

$$Ag^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} \longrightarrow AgI_{(s)}$$

- نضيفُ إلى القسم الثاني كمّية قليلة من خلاّتِ الرّصاص، فإذا تشكّلَ راسبٌ أسودُ من كبريتيد الرّصاص، يدلُّ على وجود الكبريت في العينة.

- نضيفُ إلى القسم الثالث كمّية من مزيج من كلوريد الحديد III، وكبريتات الحديد II، فيظهرُ لونٌ أزرقُ داكنٌ (أزرق بروسيا)، يدلُّ على وجود النتروجين في العيّنة.

التّحليلُ العنصريّ الكمّي:

يهدفُ التَّحليلُ الكمّي إلى معرفة نسبةِ العناصر المكوّنة للعيّنة وتحديدها كنسبةٍ مئويَّة، ويعبِّرُ مُصطلَح النسبة المئويّة في الحسابات الكيميائيّة عن عددِ الوحدات من عنصرٍ أو مُركَّبٍ بالنّسبة لكلّ 100 وحدةٍ من العيّنة.

حسابُ النّسب المئوية للعناصر في مُركّباتها

تطبيق (1):

لديك مُركَّبٌ عضويٌّ, صيغتُه المُجملَة C_2H_6O , المطلوب:

- احسب النّسبة المئويّة للعناصر المُكوّنة له.

(O:16 , H:1 , C:12)

الحلّ:

الكتلة الجُزيئيّة للمُركَّب $M = (2\times12)+(1\times6)+(1\times16) = 46\ g.mol^{-1}$

$$\text{النّسبة المئوية لكتلة عنصرٍ في مُركَّب} = \frac{\text{الكتلة المولية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمُركَّب}} \times 100$$

$$\text{النّسبة المئويّة للكربون في المُركّب} = \frac{12\times2}{46}\times100 = 52.17\,\%$$

$$\text{النّسبة المئويّة للهدروجين في المُركَّب} = \frac{1\times6}{46}\times100 = 13.05\,\%$$

$$\text{النّسبة المئويّة للأكسجين في المُركَّب} = \frac{1\times16}{46}\times100 = 34.78\,\%$$

تطبيق (2):

يحتوي مُركَّب عضويّ على (40%) كربون (6.66%) هدروجين, (53.34%) أكسجين. المطلوب:

- استنتجِ الصّيغة المُجمَلة للمُركَّب، علماً أنَّ كتلتَه الجُزيئيَّة $90\ g.mol^{-1}$.

(O:16 , H:1 , C:12)

$$\text{النّسبة المئوية لكتلة عنصرٍ في مُركَّب} = \frac{\text{الكتلة المولية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمُركَّب}} \times 100$$

$$40 = \frac{12 \times \text{عدد ذرَّات الكربون في المركَّب}}{90} \times 100$$

$$\text{عدد ذرّات الكربون في المُركَّب} = \frac{40\times90}{100\times12} = \frac{36}{12} = 3$$

$$\text{عدد ذرّات الهدروجين في المُركَّب} = \frac{6.66\times90}{100\times1} = 6$$

$$\text{عدد ذرّات الاكسجين في المُركَّب} = \frac{53.34\times90}{100\times16} = 3$$

وبالتالي تكونُ الصّيغة المُجمَلة: $C_3H_6O_3$

نشاط (3):

مُركَّبٌ عضويٌ يحتوي على كربون وهدروجين فقط. المطلوب:

1. استنتج صيغتَه المُجمَلة إذا علمتَ أنَّ النّسبة المئويّة الكتليَة للكربون في هذا المُركَّب هي 85.71% والكتلة المولية لهذا المُركَّب $56\ g.mol^{-1}$.
2. اكتب مُتصاوِغات هذا المُركَّب $(C:12, H:1)$.

إثراء:

يوجدُ مُركَّبات تحتوي على الكربون وليست عضوية؛ مثل أملاح الكربونات، وغاز ثُنائي أكسيد الكربون، ومُركَّبات الكربيدات، وغيرها.

تعلّمت

- تحتوي المُركَّبات العضويّة بشكلٍ أساسيٍّ على عنصر الكربون.
- **المركبات الهدروكربونية:** وهي المُركَّبات التي تحتوي على عنصرَي الكربون والهدروجين فقط .
- **المُشتقّات الهدروكربونية:** وهي المُركَّبات التي تحتوي على عنصرَي الكربون والهدروجين، إضافة إلى عناصرَ أخرى، مثلَ الآزوت والأكسجين والهالوجينات والكبريت وغيرها.
- النّسبة المئوية لكتلة عنصرٍ في مُركَّب $= \dfrac{\text{الكتلة المولية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمُركَّب}} \times 100$

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لما يلي:

1. العنصر المُشترَك في جميع المُركَّبات العضويّة هو:
   a. النتروجين. b. الكربون. c. الكربون والهدروجين فقط. d. الهدروجين وعناصر أخرى.

2. يُمكنُ معرفة الهالوجين الموجود في مُركّبٍ عضويّ من لون الرّاسب، فالرَّاسبُ الأصفر دليلُ وجود:
   a. نترات الفضّة. b. كلوريد الفضّة. c. بروميد الفضّة. d. يوديد الفضّة.

ثانياً: فسّر ما يأتي اعتماداً على طريقة ليبيغ:

- تعكّر رائِق الكلس
- تغيّر لون كبريتات النّحاس البيضاء إلى اللّون الأزرق.

ثالثاً: هل يُمكنُ اعتبار الخشب والورق موادّ عضويّة, كيفَ تُثبِت ذلك؟

رابعاً: وضّح كيفَ تكشفُ عن وجود كلّ من الكربون والكلور في عيّنة.

خامساً: احسب النّسبة المئويّة لمُكوّنات المُركّبات الآتية:

حمض الخلّ CH_3COOH، الإيتانول C_2H_5OH، بروبان C_3H_8

(N:14 , O:16 , H:1 , C:12)

سادساً: استنتج الصّيغة المُجمَلة للمُركّبات الآتية:

1. مُركّب عضويّ يحوي على (53.3%) كربون، (15.55%) هدروجين، (31.15%) نتروجين، علماً أنَّ كتلتَه الجُزيئيَّة $45\ g.mol^{-1}$.
2. مُركّب عضويّ يحوي على (47.05%) كربون، و (6.53%) هدروجين، وكلور، علماً أنّ كتلتَه الجُزيئيّة $76.5\ g.mol^{-1}$

(Cl: 35.5 , N:14 , O:16 , H:1 , C:12)

تفكير ناقد

لديك مُركَّبٌ عضويٌّ، صيغتُه المُجمَلة C_2H_6O، المطلوب: اكتب متصاوغات هذا المركَّب

أبحث أكثر

ادى تطوّر التقنيات المستخدمة في الكشف عن صيغ المركَّبات العضويَّة والتحليل إلى تطور الاصطناع العضوي وإنتاج المزيد من المركبات العضوية ومن هذه الطرائق: مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR، ومطيافية NMR، الكروماتوغرافيا. ابحث باستخدام الشَّابكة عن آلية عمل إحدى هذه الطرائق وأهمّيتها في التحليل الكيميائي.

المُركَّبات الهدروكربونية 2

يُستخدَم لتشغيل وسائط النقل المُختلِفة وقودٌ يحتوي على خليطٍ من مُركَّبات هدروكربونيّة. ما المُركَّباتُ الهدروكربونيّة؟

الأهداف:

* يُصنِّفُ المُركَّبات الهدروكربونية المشبعة وغير المشبعة.
* يَتعرَّفُ الألكانات.
* يَستنتجُ الصّيغةَ العامة للألكانات.
* يَستنتجُ صيغَ الجذور الألكيليّة.
* يُسمي الألكانات وفقَ قواعد الاتّحاد الدّولي IUPAC.
* يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيّات الفيزيائيّة للألكانات.
* يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيّات الكيميائيّة للألكانات.
* يَتعرَّفُ بعضَ استخدامات مُشتقّات الألكانات.

الكلمات المفتاحية:

* المُركَّبات الهدروكربونية.
* الألكانات.
* الجذور الألكيليّة.

المركّبات الهدروكربونيّة المُشبَعة وغير المُشبَعة:

نشاط (1):

أكمِل الجدولَ الآتي:

اسمُ المُركَّب	الإيثلين	الإيثان	الاستلين
الصّيغة المُجملَة	C_2H_4	---------	C_2H_2
الصّيغة نصفُ المنشورة	---------	$CH_3 - CH_3$	---------
نوعُ الرّابطة بينَ ذرّتَي الكربون	مشتركة ثنائية	---------	---------
تصنيفُها	---------	---------	غير مَشبعة

أستنتجُ: تُصنَّفُ المُركَّبات الهدروكربونيّة إلى:

1. مُشبَعة، روابطُها مُشترَكة أحاديّة بينَ ذرَّتَي كربون.
2. غير مُشبَعة، تحتوي على رابِطة مُشترَكة ثُنائية أو ثُلاثيّة بينَ ذرّتَي كربون.

الألكانات

يستخدم شمع البارافين في صناعة الشموع و يتكون من مُركّبات هدروكربونية مشبعة تسمى ألكانات (بارافينات).

نشاط (2):

لديك الجدولُ الآتي الذي يمثّل بعضَ صيغِ الألكانات ذاتِ السّلاسل المفتوحة:

اسمُ المُركَّب	الصّيغة الجُزيئيّة	عددُ ذرّات الكربون	الصّيغة النّصف منشورة
ميتان	CH_4	1	CH_4
إيتان	C_2H_6	2	$CH_3\text{-}CH_3$
بروبان	C_3H_8	3	$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3$
بوتان	C_4H_{10}	4	$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$
بنتان	C_5H_{12}	5	$CH_3\text{-}(CH_2)_3\text{-}CH_3$
هكسان	C_6H_{14}	6	$CH_3(CH_2)_4\text{-}CH_3$
هبتان	C_7H_{16}	7	$CH_3\text{-}(CH_2)_5CH_3$
أوكتان	C_8H_{18}	8	$CH_3\text{-}(CH_2)_6\text{-}CH_3$
نونان	C_9H_{20}	9	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
ديكان	$C_{10}H_{22}$	10	$CH_3\text{-}(CH_2)_8\text{-}CH_3$

- ما العلاقةُ بينَ عدد ذرّات الكربون وعدد ذرّات الهدروجين في كلِّ مُركَّب.
- استنتِج الصّيغة العامّة للألكانات.
- حدِّدِ اللاحقة التي تميّز الألكانات.
- تُعدُّ الألكانات مُركَّبات هدروكربونيّة مُشبَعة، فسِّر ذلك.

أستنتجُ:

- عدد ذرّات الهدروجين =2 x عدد ذرّات الكربون + 2
- الصّيغة العامّة للألكانات C_nH_{2n+2}
- تتميّزُ الألكانات باللاحقة (آن).
- الرَّوابط بينَ ذرّات الكربون مُشترَكة أُحاديّة.

تطبيق (1):

ألكان كتلتُه المولية $44\ g.mol^{-1}$, استنتِج صيغتَه المُجمَلة ونصف المنشورة واذكر اسمَه, علماً أنَّ الكتل الذرّية (C:12 , H:1).

الحلّ:

$$C_nH_{2n+2} = 44$$
$$\Rightarrow 12n + 2n + 2 = 44$$
$$\Rightarrow 14n = 42$$
$$\Rightarrow n = 3$$
$$\Rightarrow C_3H_8$$
$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3$$

اسم الألكان بروبان.

نشاط (3):

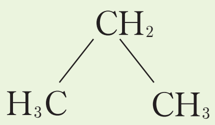
استخدِمِ الصّيغة العامّة للألكانات لتحديد أيٍّ من المُركَّبات العضويّة الآتية من الألكانات:

$C_4H_8, C_5H_{12}, C_2H_6, C_{10}H_{18}$

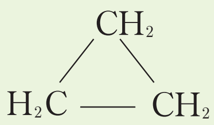
إضاءة

يتشكّلُ حلقيَ الألكان عند ارتباط ذرَّتَي الكربون الطرفيتَين في ألكانٍ ما، وصيغتُه العامّة C_nH_{2n}.

مثال:



البروبان



حلقي البروبان

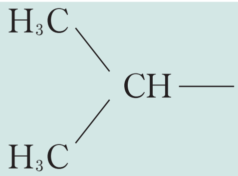
نشاط (4):

أكتب الصّيغة نصف المنشورة لحلقَي الهكسان.

الجذورُ الألكيليّة

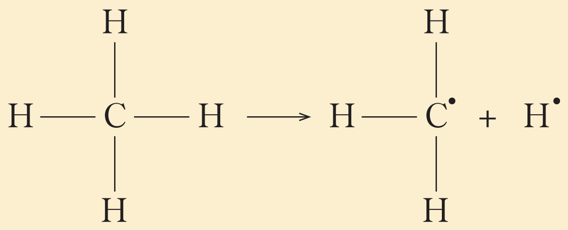
نحصلُ على الجذور الألكيلية الحرة عندَ إنقاص ذرّة هدروجين من الصّيغة العامّة للألكانات، نرمز لها بالرّمز $R-$ ، صيغتُها العامّة C_nH_{2n+1} ، وتُشتَقُ أسماؤها من أسماء الألكانات الموافِقة باستبدال اللاّحقة (آن) باللاحقة (يل)

مثال:

متيل	إيتل	نظامي بروبيل	إيزو بروبيل
CH_3-	CH_3-CH_2-	$CH_3-CH_2-CH_2-$	

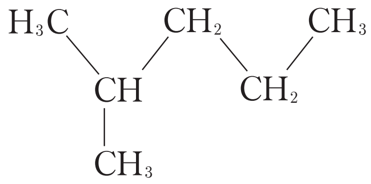
إثراء:

تتشكّلُ الجذور الألكيلية نتيجة انقسامٍ مُتجانِس للرّابطة $C-H$

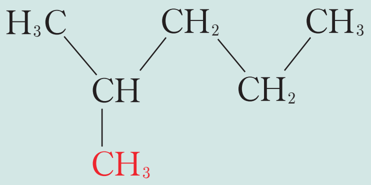


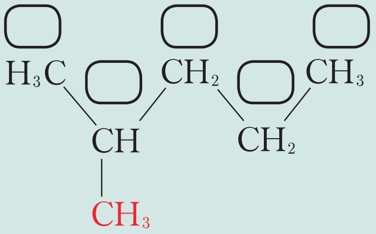
تسمية الألكانات بحسب الاتّحاد الدّولي للكيمياء البحتة والتّطبيقية IUPAC

أَكتبُ اسمَ المُركَّب الآتي وفقَ قواعد الاتّحاد الدّولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.



1. أُحدِّدُ أطولَ سلسلةٍ كربونيّة.
2. أُحدِّدُ عددَ ذرّات الكربون في السّلسلة الأطول، عددُها يساوي .....
3. أكتبُ اسمَ الألكان المُوافِق ....



4. أكتبُ أرقامَ ذرّات الكربون في السّلسلة بدءاً من أحدِ طرفَيها، بحيث تأخذُ مجموعَ أرقام ذرّات الكربون الدّالة على مواضِعُ الفروع (المُتبادلات)أصغر ما يُمكنُ. **5.** أُحدِّدُ رقمَ كلٍّ من ذرّة الكربون الدّالة على الفرع .... **6.** أسمِّي الفرعَ مسبوقاً برقم ذرّة الكربون المرتبِط بها	
7. أكتبُ اسمَ المُركَّب : أكتبُ اسم الألكان الموافِق مسبوقاً باسم الفرع ورقم ذرّة الكربون المُرتبِط بها	2- .... بنتان

استنتجُ:

قواعد تسمية الألكانات المُتفرّعة بحسب نمط الاتّحاد الدّولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

1. نرقّم أطولَ سلسلةٍ كربونيّة من الطّرف الأقرب للفروع المُرتبِطة بها.

2. نكتبُ اسم الألكان الموافِق لأطولِ سلسلةٍ مسبوقاً برقمٍ واسمِ الفرع بحيث يفصلُ بينَ الرّقم والاسم خطٌّ قصيرٌ (–).

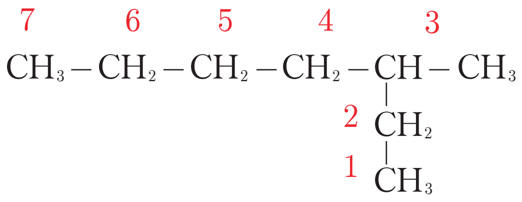
3. إذا أحتوَت السلسلةُ على أكثر من جذرٍ ألكيلي، تُرتَبُ أسماءُ الفروع بحسب الحروف الأبجديّة إيتيل – ميتل – بروبيل –....

4. استخدام المقاطع ثُنائيّ ثُلاثي، عندما يوجدُ جذران أو ثلاثةُ جذورٍ مُتشابِهة على التّرتيب على السّلسلة الطويلة.

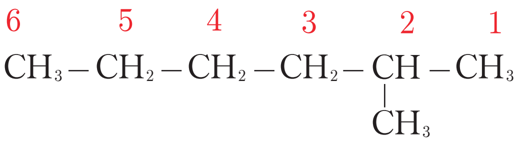
5. عندما توجَد مجموعتان فرعيّتان على ذرَّة الكربون نفسها يُكرَّر الرّقم مع كلٍّ مجموعةٍ فرعيّة.

تطبيق (2):

أكتبُ اسم كلٍّ من المُركَّبَين الآتيَين وفقَ قواعد الاتّحاد الدّولي للكيمياء البحتة والتطبيقيّة IUPAC.



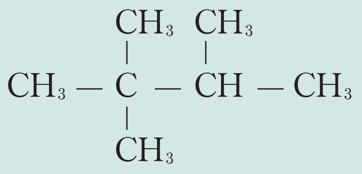
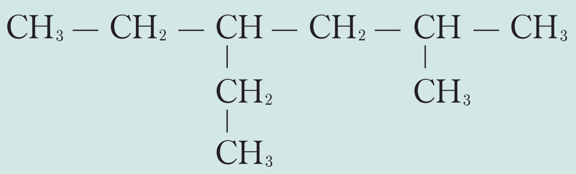
3–ميتيل الهبتان



2–ميتيل الهكسان

نشاط (6):

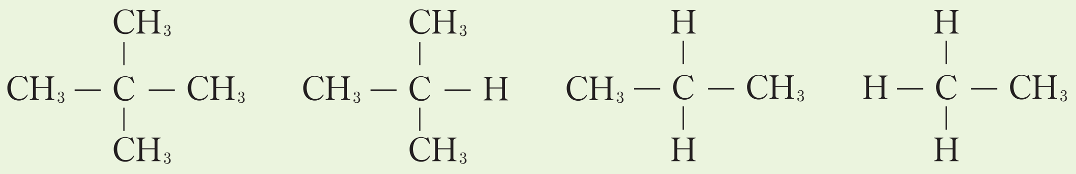
أكتبُ اسمَ كلٍّ من المُركَّبَين الآتيَين وفقَ قواعدِ الاتحاد الدّولي للكيمياء البحتة والتطبيقيّة IUPAC.

	
------------------------------	------------------------------

إضاءة

تصنَّفُ ذرّات الكربون بحسبِ عددِ ذرّات الكربون المُرتبِطة إلى:

1. أوّليّة، إذا ارتبطَت بذرّة كربونٍ واحدة فقط.
2. ثانويّة، إذا ارتبطَت بذرَّتي كربون.
3. ثالثيّة، إذا ارتبطَت بثلاث ذرّات كربون.
4. ذرّة كربون رابعيّة، إذا ارتبطَت بأربع ذرّات كربون.



كربون أوليّة (١)   كربون ثانويّة (٢)   كربون ثالثيّة (٣)   كربون رابعيّة (٤)

نشاط (7):

حدِّد نوعَ كلِّ ذرّة كربونٍ في الصّيغة نصفِ المنشورة التالية:

الخاصيات الفيزيائية للألكانات:

نشاط (8)

لديك الجدولُ الأتي الذي يمثّلُ بعض الخاصيّات الفيزيائيّة للألكانات:

اسمُ المُركَّب	الصيغة الجزيئية	الكتلة الجزيئية	درجة C الانصهار	درجة C الغليان
ميتان	CH_4	16	-182.5	-176.7
إيثان	C_2H_6	30	-183.3	-88.6
بروبان	C_3H_8	44	-187.7	-42.1
بوتان	C_4H_{10}	58	-138.3	-0.5
بنتان	C_5H_{12}	72	-129.8	36.1
هكسان	C_6H_{14}	86	-95.3	68.7
هيبتان	C_7H_{16}	100	-90.6	98.4
أوكتان	C_8H_{18}	114	-56.7	127.7

- حدّد الحالة الفيزيائيّة للألكانات الأربع الأولى في الجدول السّابق عندَ درجة حرارة الغرفة 25°C.
- ما العلاقةُ بينَ درجتَي الغليان و الانصهار والكتلة الجُزيئيّة للألكان؟

- فسّر سببَ إنخفاض درجتَي الانصهار والغليان للألكانات.
- فسّر عدمَ انحلال الألكانات بالماء؟

الخاصيّات الكيميائيّة للألكانات :

الألكانات مُركَّبات ضعيفة الفعاليّة الكيميائيّة، لا تتَفاعَل إلا في شروطٍ معيّنة، مثل وجود طاقةٍ ضوئيّة أو طاقة حراريّة، لاحتوائها على روابطَ من النّوع σ يصعب تفكيكها، ومن تَفاعُلاتها:

1. تَفاعُلات التخريب

a. تَفاعُل الاحتراق:

تحترقُ الألكانات احتراقاً تامّاً بوجود كمّيةٍ وافرةٍ من الأكسجين وفقَ المُعادَلة الآتية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + \text{حرارة}$$

نشاط (9):اكتب المعادلة المعبّرة عن احتراق الإيتان.

إثراء:

يتكوَّنُ غازُ الطبخ من مزيج من البروبان والبوتان بشكل أساسيّ، حيث لا رائحةَ لهذه الغازات الخانقة، لذلك تُضاف لها مُركَّباتٌ عضويّة كبريتيّة ذاتُ رائحةٍ نفّاذة من أجل عامل الأمان.

b. التّفاعُل مع الكلور بوجود ضوء الشمس المباشر:

$$CH_4 + 2Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء مباشر}} C + 4HCl$$

2. تَفاعُلات الاستبدال:

إذا عُرِّض مزيج من غازَيْ الميتان والكلور إلى الضّوء بشكلٍ غير مُباشرٍ تتشكّلُ مُركَّباتٌ كلوريّة ناتجة عن استبدال ذرّات الهدروجين بذرّاتٍ من الكلور وفقَ المُعادَلاتُ الآتية:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl + HCl$$

كلورو الميتان

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_2Cl_2 + HCl$$

ثنائي كلورو الميتان

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CHCl_3 + HCl$$

ثلاثي كلورو الميتان (كلوروفورم)

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CCl_4 + HCl$$

رباعي كلور الكربون

تقطير الألكانات

نشاط (10):

كيفَ يُمكنُ فصل الألكانات اعتماداً على خاصّياتها الفيزيائيّة؟
ماذا تسمّى العمليّة الفيزيائيّة التي يُمكنُ من خلالها فصل الألكانات؟

أستنتجُ: تُفصَلُ الألكانات في برج التّقطير اعتماداً على اختلاف درجات غليانها بعملية التّقطير التّجزيئي.

أهمّية غاز الميتان:

- يُستخدَم الغاز الطبيعيّ الميتان كوقودٍ في المَنازل، وفي المصانع، وفي تحضير رباعي كلور الكربون CCl_4 الذي يستخدَم كمُذيبٍ عضويّ، وفي إطفاءِ الحرائقِ، وكما يُحضَّر منه أسودُ الكربون الذي يُستخدَم في صناعة حبر المطابع.

$$CH_4 \xrightarrow{1200^\circ C} C + 2H_2$$

إثراء:

غاز الميتان CH_4:
غازٌ عديم اللّون والرّائِحة إذا كانَ نقياً، وهو يشكّلُ بنسبة 70–95 % من مكونات الغاز الطبيعيّ، وينتجُ من التخمّر اللاهوائيّ للمُخلّفات العضويّة.

إنتاج غاز الميتان من تخمر المواد العضوية

تعلّمت

- **المُركَّبات الهدروكربونية:** هي مُركَّبات تحوي عنصرَي الكربون والهدروجين فقط.
- تُصنَّف المُركَّبات الهدروكربونية إلى:
  1. مُشبَعة، روابطُها مُشترَكة أُحاديّة بين ذرّتَي كربون.
  2. غير مُشبَعة، تحتوي على رابطة مُشتركة ثُنائيّة أو ثلاثيّة بينَ ذرّتَي كربون.
- الصّيغة العامّة للألكانات C_nH_{2n+2}، وتتميّز باللاحقة (آن) الرّوابط بينَ ذرّات الكربون مُشترَكة أُحاديّة.
- الصّيغة العامّة للجذور الألكيليّة C_nH_{2n+1}
- الخاصيّات الفيزيائيّة للألكانات: تزدادُ درجاتُ انصهارها وغليانها بشكلٍ عام بازديادِ عدد ذرّات الكربون في المُركَّب.
- الخاصيّات الكيميائيّة للألكانات
  1. تَفاعُلات التخريب ومنها:
     a. تَفاعُل الاحتراق.
     b. التّفاعُل مع الكلور بوجود ضوء الشّمس المباشر.
  2. تَفاعُلات الاستبدال.

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابةَ الصّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. أحد المُركَّبات الآتية هو من المركبات الهدروكربونية:

a. C_5H_{10} b. $C_6H_{12}O_6$ c. CCl_4 d. C_2H_5OH

2. المُركَّب الذي ليسَ من الألكانات هو:

a. C_3H_8 b. C_9H_{16} c. C_6H_{14} d. C_8H_{18}

ثانياً: اكتب اسمَ كلٍّ من المُركَّبات الآتية وفقَ تسمية الاتّحاد الدّولي IUPAC.

a. $CH_3-(CH_2)_3-CH_3$

b. $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$

c. $CH_3-CH_2-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_2-CH_3$

ثالثاً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. تزدادُ درجاتُ غليان الألكانات بازدياد عددِ ذرّات الكربون فيها.
2. لا تنحلُّ الألكانات في الماء.
3. تُعدُّ الألكانات قليلة الفعاليّة الكيميائيّة في الشّروط العاديّة.

رابعاً: اكتب الصّيغ الكيميائيّة للمُتصاوِغات البنيويّة المُمكنة للصّيغة المُجملَة C_4H_{10} , ثمّ اكتب اسم كلٍّ منها وفقَ قواعد IUPAC.

خامساً: اكتب الصّيغة النصف منشورة للمُركّبات الآتية:

a. 2– متيل البنتان.
b. 2،3– ثنائي متيل البوتان.
c. 3– إتيل– 2–متيل الهكسان.

سادساً : ألكان نظامي كتلته المولية $58\ g.mol^{-1}$. المطلوب:

1. استنتجْ صيغتَه المُجملَة.
2. اكتب صيغتَه نصف المنشورة و اكتب اسمه.
3. اكتب مُعادَلة تَفاعُل احتراقه، ثمَّ احسب حجمَ غاز CO_2 الناتج عن احتراق $3\ mol$ من الألكان السّابق مقاساً في الشّرطَين النظاميّين.

(C:12 , H:1)

تفكير ناقد

حدد أنماط تهجين ذرتي الكربون في جزيء الإيتان C_2H_6، ثم فسر الخمول الكيميائي للألكانات مقارنة مع باقي المركبات العضوية الموافقة

أبحث أكثر

يعتبر وقود السيارات المعروف باسمه الشائع "البنزين" بأنه مزيج من ألكانات مختلفة تتراوح طول سلاسلها بين C_6 و C_{10} ولكن أفضلها على الإطلاق هو الوقود الذي يحوي كمية كبيرة من C_8 الأوكتان، إبحث في الشابكة عن ما يسمى رقم الأوكتان الذي يحدد جودة الوقود والتأثير السلبي الذي يحدث عند إنخفاض رقم الأوكتان وأسبابه

الألكِنات 3

يُحفّزُ الإيتلن (الإتـن) نمـو النباتـات، ويعمـلُ على إنضـاج ثمارهـا ويُعدُّ من الفحوم الهدروجينية غير المُشبَعة، حيـثُ يحتـوي على رابطة مُشترَكة ثُنائيّة بين ذرَّتَي كربـون.

الأهداف:

* يَتعرَّفُ الإلكِنات.
* يستنتج الصّيغة العامّة للإلكِنات.
* يُسمّي الإلكِنات وفقَ قواعد الاتّحاد الدولي IUPAC.
* يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيّات الفيزيائيّة للإلكِنات.
* يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيّات الكيميائيّة للإلكِنات.
* يَتعرَّف بعضَ استخدامات الإلكِنات.

الكلمات المفتاحية:

* ألكنات.
* تَفاعُل ضم.
* تَفاعُل بلمرة.

الصيغة العامة للإلكِنات:

نشاط (1):

لديك الجدول الآتي الذي يمثل بعض صيغ الإلكِنات:

اسمُ المُركَّب	الصّيغة الجُزيئيّة	عددُ ذرّات الكربون	الصّيغة البنائيّة
إِتن	C_2H_4	2	$CH_2=CH_2$
بروبن	C_3H_6	3	$CH_2=CH-CH_3$
بوتن-1	C_4H_8	4	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$
بوتن-2			$CH_3-CH=CH-CH_3$

- ما العلاقةُ بينَ عدد ذرَّات الكربون وعدد ذرَّات الهدروجين في كلّ مُركَّب؟
- استنتج الصّيغة العامّة للإلكِنات.
- حدّد اللاحقة التي تميّز الإلكِنات.
- تُعدُّ الألكِنات مُركَّبات هدروكربونيّة غير مُشبعَة، فسّر ذلك.

أستنتج:

- عدد ذرّات الهدروجين = 2x عدد ذرّات الكربون.
- الصّيغة العامّة للإلكِنات C_nH_{2n}.
- تتميّزُ الإلكِنات باللاحقة (ـِن)
- تحتوي على رابِطةٍ واحدةٍ مُشترَكة ثُنائية.

تسمية الإلكِنات وفق قواعد الاتّحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقيّة IUPAC :

نشاط (2):

أكتبُ اسم المُركَّب الآتي وفقَ قواعد الاتّحاد الدّولي للكيمياء البحتة والتطبيقيّة IUPAC.

$$H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH=CH-CH_3$$

1. أرقّم أطولَ سلسلةٍ كربونيّة حاوية على الرّابطة الثّنائية بدءاً من الطرف الأقرب للرّابطة.	▢ ▢ ▢ ▢ ▢ $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\mid}{CH}}-CH=CH-CH_3$
2. نشتقُّ اسم الألكِن من الألكان الموافق باستبدل اللاحقة (آن) باللاحقة (ـِن) مع تحديد موضِع الرّابطة في السّلسلة.	------------------------

3. في حال وجود فروعٍ مُرتبِطة بالسّلسلة نكتب رقم واسم الفرع.	-----------------------
4. نكتبُ اسم المُركَّب الناتِج	4-........ بنتِن .....

نشاط (3):

أكتبُ اسمَ المُركَّبات الآتية وفقَ قواعِد الاتّحاد الدّولي للكيمياء البحتة والتطبيقيّة IUPAC:

$CH_3-CH=CH-CH_3$

$$CH_3-CH_2-\underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}=\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_3$$

الخاصّيات الفيزيائيّة للإلكنات:

تتشابهُ الإلكِنات والألكانات في بعض خاصياتّها الفيزيائيّة كدرجتَي الانصهار والغليان.

نشاط (4):

جدولٌ يوضّحُ علاقةَ الكتلة الجُزيئيّة ودرجتَي الانصهار والغليان:

اسم المُركَّب	الصّيغة الجُزيئيّة	الصّيغة البنائيّة	الكتلة الجُزيئيّة	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C
إيتِن	C_2H_4	$CH_2=CH_2$	28	-169.2	-103.7
بروبِن	C_3H_6	$CH_2=CH-CH_3$	42	-185.2	-47.6
1-بوتِن	C_4H_8	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	56	-185.3	-6.47
2-بوتِن	C_4H_8	$CH_3-CH=CH-CH_3$	56	-138.9	3.7

- حدِّد الحالة الفيزيائيّة الإلكِنات في الجدول السّابق عندَ درجة حرارة الغرفة 25°C .
- ما العلاقةُ بينَ درجتَي الغليان والانصهار والكتلة الجُزيئيّة للألكِن؟
- فسِّر سببَ انخفاض درجتَي الانصهار والغليان للإلكِنات.
- فسّر عدم انحلال الألكِنات بالماء.

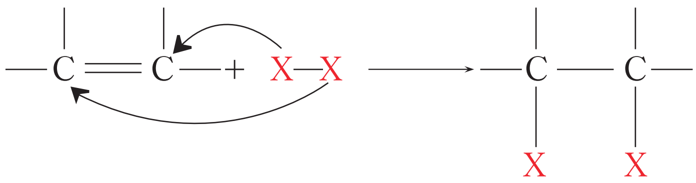
الخاصّيات الكيميائيّة للإلكنات:

تَفاعُلات الضم:

تقومُ الألكِنات بتَفاعُلات ضم نظراً لوجود رابطة مُشترَكة ثُنائية بين ذرَّتَي كربون $C=C$ من النوع σ، π، حيثُ تهاجمُ الكواشِف الرّابطة π نظراً لضعفِها.

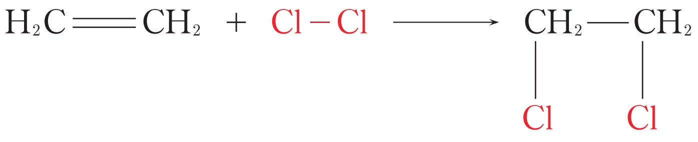
ضمّ الهالوجينات

عند ضمّ الهالوجين المُذاب في رباعي كلور الكربون إلى الإيثن يُعطي 2،1– ثُنائي هاليد الإيتان.



مثال

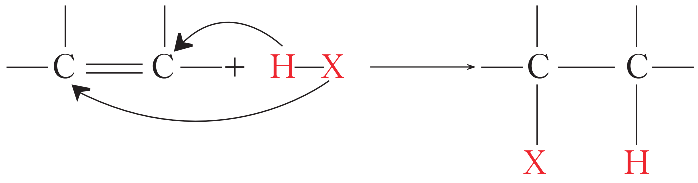
ضمّ الكلور إلى غاز الإيثن يُعطي 2،1–ثُنائي كلورو الإيتان.



2,1–ثُنائي كلورو الإيتان

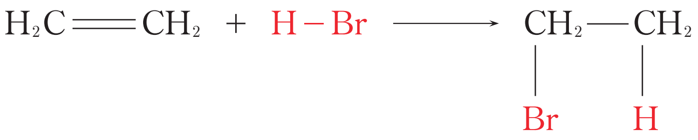
ضمّ هاليدات الهدروجين:

عند ضمّ هاليدات الهدروجين مثل HBr, HI إلى الإلكِنات تنتجُ هاليد الألكيل المُوافق:



تطبيق(1)

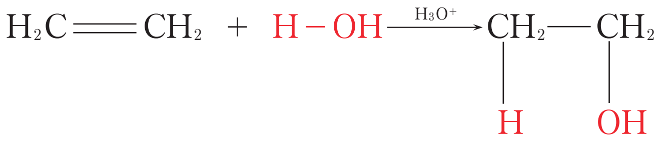
اكتب مُعادلة تَفاعُل ضمّ بروميد الهدروجين إلى الإيثن, و سمِّ المُركَّب العضويّ الناتج.



برومو ايتان

ضم الماء:

يتمُّ ضمّ الماء إلى الإيثن في وسطٍ حمضيّ لينتجَ الإيتانول وفقَ التّفاعُل الآتي:



ضمّ الهدروجين (الهدرجة):

يتمّ ضمَّ غاز الهدروجين إلى الرّابطة الثُّنائية في الإلكِنات لتكوين الألكانات ويتمّ هذا التّفاعُل في وجود عامل حفّاز مثل البلاتين Pt أو النيكل Ni أو البلاديوم Pd

$$H_2C{=}CH_2 + H{-}H \xrightarrow{Pt} \underset{H}{\underset{|}{CH_2}}{-}\underset{H}{\underset{|}{CH_2}}$$

إثراء:

تحتوي الزّيوت غير المُشبَعة مثلَ زيت عباد الشّمس على روابط $C = C$، حيثُ يؤدّي إشباعُها إلى تحوُّلها من سوائل إلى مادّة طريّة يُمكنُ دهنها بسهولة.

البلمرة:

تتميَّز الألكِنات بقدرتِها على تشكيل سلاسلَ طويلةٍ عبرَ تَفاعُلات ضمٍّ متكرّرة لعددٍ كبير من جُزيئاتِها، وتُعرَفُ هذه التّفاعُلات بالبلمرة، وينتجُ عنها مُركّباتٌ تعرَف باسم البولميرات.

وقد اصطلحَ اسم البولميرات من اللغة اللاتينيّة وهو من كلمتين: بولي (وتعني مُتعدّد) + مير(وتعني جُزيء).

يتمُّ تَفاعُل البلمرة للإيتن على الشّكل الآتي:

في حال وجود ثلاث جزيئات إيتن تنكسّرُ الرّابطة π لتشكّل سلسلة طويلة كما في المُعادَلة الآتية:

$$H_2C{=}CH_2 + H_2C{=}CH_2 + H_2C{=}CH_2 \longrightarrow -CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$$

في حال وجود n جزيء فإنّنا نحصلُ على جُزيءٍ ضخمٍ ذي كتلة جُزيئيّة كبيرة كما في المُعادَلة الآتية:

$$n\,H_2C{=}CH_2 \longrightarrow \left[CH_2-CH_2 \right]_n$$

يمثّل العددُ n عددٌ كبير جداً من الجُزيئات قد يصلُ للملايين، لتشكّل سلاسلَ طويلة من وحداتٍ مُتكرّرة وقد اعتُبِرت هذه التّفاعُلات أسسَ الصناعة الحديثة للدائن (البلاستيك)،حيثُ اختلاف طول السلسلة البولميريّة يؤدّي لتنوُّع المُنتجات في الصّناعة.

من الأمثلة على صناعة البولميرات

عندَ استخدام الإيثن (الإيثلن وفقَ الاسم الشائع) نحصلُ على بولي إيتلن P.E ، يستخدم في صناعة الخزانات و الحبال و غيرها:

حبال

خزاناتُ مياه الشّرب

تطبيق (2):

اكتب تَفاعُل بلمرة 1–كلورو الإيثن, ثمّ سمِّ البوليمير الناتِج, واذكر إحدى استخداماته في الحياة.

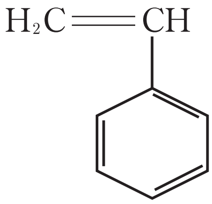
الحل:

$$n\,H_2C{=}\underset{\displaystyle |}{\overset{Cl}{CH}} \longrightarrow \left[CH_2 - \overset{Cl}{\underset{}{CH}} \right]_n$$

يعرف 1–كلورو الإيثن في الصّناعة باسمِه الشّائع (ڤينيل كلوريد) نحصلُ على بولي ڤينيل كلوريد P.V.C . المُستخدم في صناعة أنابيب نقل المياه والخراطيم البلاستيكية

نشاط (5):

تُصنعُ أوعيةَ حفظ الطّعام من البولي ستيرين Polystyrene



المطلوب: اكتب مُعادَلة تَفاعُل البلمرة.

أهمّية غاز الإيثن

ازدادَت أهمّية غاز الإيثن الصناعيّة منذُ سنواتٍ عديدة، إذ يُستخدَم في تحضير مُركَّباتٍ كثيرةٍ؛ مثل حمض الخلّ والإيثانول، وكذلك يُستخدَم في صناعة البلاستيك، وفي الإسراع بنضجِ الفواكه.

إثراء:

المُنتجات البلاستيكيّة والبيئة:

تشكِّلُ المُخلَّفات البلاستيكيّة بشكلٍ خاصّ والبوليميرات الصناعيّة بشكلٍ عام مُشكِلةً بيئيّةً كبيرةً وخطيرةً على مُستوى العالم. هل يُمكنُك أن تتوقّعَ سببَ ذلك؟

يصعبُ التّخلُّص منها بعد استعمالها لأنّها موادّ غيرُ قابلةٍ للتحلُّل بيولوجياً، بعكسِ البوليميرات الطبيعيّة كالسيللوز في الورق الذي تستطيعُ الكائنات الدّقيقة أن تحلّله فهي تبقى بعد دفنِها، وبالتالي تتزايدُ المساحات التي تحتلُّها هذه النفايات باستمرار، وهذا يؤدّي إلى خسارتِنا لمساحاتٍ كبيرة كانَ من الأفضل استغلالها لأغراضٍ زراعيّة، كما أنَّ دفنَها يؤدّي إلى تلويث المياه الجوفيّة.

كيفَ يُمكنُ مُعالجة هذه المُشكلة والحدّ من آثارها السلبيّة؟

بعضُ الطّرائق المُتَّبعة في مُعالَجة النّفايات البلاستيكيّة:

- إنتاج أنواع جديدة من البلاستيك يُمكنُ أن تتحلَّلَ بيولوجياً.
- حرق النّفايات البلاستيكيّة في مُنشآت خاصّة، واستخدام الحرارة الناتِجة في توليد الكهرباء والتدفِئة، بشرط أن توجَد في هذه المُنشآت أجهزةٌ خاصّة للتخلُّص من الغازات السّامة الناتِجة عن حرقِ بعض أنواع البلاستيك كغاز الكلور الناتِج عن احتراق بولي ڤينيل كلوريد PVC.

إعادة التدوير:

هي عمليّة يتمُّ فيها تحويل النّفايات، سواء المنزلية أوالصّناعية أو الزّراعية، إلى موادّ أخرى قابلة للاستخدام من جديد، وذلك لحماية البيئة بالدّرجة الأولى، وتحسين الموارد الاقتصاديّة، وتوفير الموادّ الأولية.

- أهمّية إعادة تدوير البلاستيك:
- الحدّ من نفاد الموارد غير المُتجدّدة.
- إنقاص المساحات اللازمة للتخلُّص من النّفايات بطمرها، واستغلال هذه المساحات لأغراضٍ زراعيّة.
- توفير الطّاقة حيثُ إنّ الطاقة اللازمة لإنتاج مُنتَج ما من الموادّ الخام أكبر بكثيرٍ من الطّاقة اللازمة لإنتاج المُنتَج نفسه من إعادة تدوير المُخلَّفات.
- تأمين فرص عمل.
- تخفيض استهلاك الموادّ الخام وتكلفة التّشغيل

تعلّمت

الصّيغة العامّة للإلكِنات C_nH_{2n} وتتميَّز الإلكِنات باللاحقة (ـِـن).

الخاصّيات الفيزيائيّة للإلكِنات :

تتشابه الإلكِنات والألكانات في بعض خاصياتّها الفيزيائيّة كدرجتَي الإنصهاروالغليان.

الخاصّيات الكيميائيّة للإلكِنات :

تَفاعُلات الضمّ:

مثل ضمّ (الهالوجينات – هاليدات الهدروجين – الماء – البلمرة)

أختبر نفسي

أولاً: اخترِ الإجابةَ الصّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. الألكِن من المُركَّبات الآتية هو:

a. C_2H_4 b. C_3H_8 c. C_3H_4 d. CH_4

2. ينتجُ عن الاحتراق التّام للإتِن في الهواء:

a. كربون فقط. b. هدروجين + ثنائي أُكسيد الكربون.

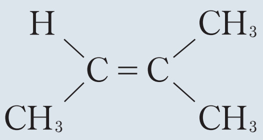
c. هدروجين فقط. d. ماء + ثنائي أُكسيد الكربون.

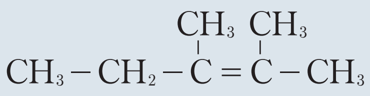
3. الجُزيء المُشبَع بينَ الجُزيئات الآتية هو:

a. C_6H_6 b. C_3H_6 c. CH_4 d. C_3H_4

ثانياً : أجِب عن الأسئلة الآتية:

1. اكتب اسمَ المُركَّبين الآتيَين بحسب :IUPAC





2. اكتب الصّيغ البنيوية لجميع المتصاوغات المفتوحة المُوافقة للصيغة C_4H_8.
3. يملكُ حلقي البنتان والبنتن – 1 الصّيغة الجُزيئيّة نفسها. اقترح تَفاعُلاً كيميائيّاً بسيطاً يُمكنُ بوساطته تمييز أحدهما عن الآخر.
4. اكتب الصّيغ نصف المنشورة للمُركَّبات الآتية:
الإيتِن، الميتان، البوتان
5. اكتب الصّيغة العامّة للألكِنات، ثمَّ استنتجْ منها الصّيغة المُجمَلة للمُركَّب عندما $n = 2$، و $n = 3$، ثمّ اكتبْ اسمَ كل منهما والصّيغة المنشورة.

ثالثاً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. يزولُ لونُ ماء البروم الأحمر عندَ إمرار غاز الإتِن فيه.
2. يعدُّ البروبن مُركَّباً غير مشبع.

رابعاً: اكتب بالرّموز الصّيغة المُفصَّلة لكلّ المُعادَلات الكيميائيّة المُعبّر عن التّفاعُلات الآتية:

1− البوتن $+Br_2 \longrightarrow$ ----------

1− البنتن $+H_2 \longrightarrow$ ----------

$$n\,H_2C = \underset{}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}H \longrightarrow$$

رابعاً: حل المَسألتَين الآتيتَين:

المسألة الأولى:

يتفاعَل 0.84 g من ألكِن A مع 3.2 g من البروم وفقَ المُعادَلة الآتية:

$$A + Br_2 \longrightarrow ABr_2$$

المطلوب:

1. حدّد نوعَ التّفاعُل.
2. احسب الكتلة المولية للألكِن، ثمَّ استنتجْ صيغتَه المُجمَلة.

(Br: 80   H: 1   C: 12)

المسألة الثانية:

نريدُ تحضير 0.01 mol من غاز الإيثن بنزع ذرتَي هدروجين من جُزيء إيتان بوجود حفّاز من النّحاس في الدّرجة 800°C. المطلوب:

1. اكتب المُعادَلة الكيميائيّة المُمثّلة لهذا التّفاعُل.
2. احسب كتلةَ وحجمَ غاز الإيتان اللاّزم مقاساً في الشّرطَين النّظاميّين.

(H: 1 , C: 12)

تفكير ناقد

اكتب الصيغة النصف منشورة للمركب: 2،3−ثنائي كلورو بوتن 2− ثم اكتب المتصاوغات الفراغية لهذه المركب محدداً اسم كل منها

أبحث أكثر

يدخل البروبن في صناعات عديدة منها صناعة مواد أولية لصناعة المطاط ابحث في ذلك مستعينا بالشابكة

الألكينات

4

الأهداف:

* يَتعرَّفُ الألكينات
* يستنتج الصّيغة العامّة للألكينات.
* يُسمّي الألكينات وفقَ قواعد الاتّحاد الدولي IUPAC.
* يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيّات الفيزيائيّة للألكينات.
* يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيّات الكيميائيّة للألكينات.
* يَتعرَّف بعضَ استخدامات الألكينات.
* يَتعرَّف بعض تفاعلات البنزن.

الكلمات المفتاحية:

* ألكينات.
* البنزن.

يُعدُّ غاز الاستلين C_2H_2 من الألكينات، حيثُ يُستفادُ من حرارة احتراقه في لحام المعادن

الألكينات (الاستيلينات)

هي مُركَّبات هدروكربونيّة غير مُشبَعة، تتميّزُ بوجود رابطة مُشترَكة ثُلاثيّة واحدة بينَ ذرَّتي كربون متتاليتَين $-C \equiv C-$، وصيغتُها العامة C_nH_{2n-2}، وأبسطُ أفرادها الإيتين $HC \equiv CH$ ويُعرَف بالإستلين.

تسمية الألكينات بحسب نمط IUPAC

لتسمية الألكينات غير المُتفرّعة نتبعُ الخطوات التالية:

1. نرقّمُ ذرّاتِ الكربون في السّلسلة بدءاً من الطّرف القريب للرّابطة المُشترَكة الثُّلاثيّة.
2. نكتبُ اسم الألكان الموافِق، ثمّ رقم ذرّة الكربون التي تبدأُ عندَها الرّابطة الثلاثيّة.
3. نستبدلُ المقطع (آن) في نهاية الألكان بالمقطع (ين) كما في الأمثلة التالية:

$^{3}CH_3 - {}^{2}C \equiv {}^{1}CH$	$^{4}CH_3{}^{3}CH_2 - {}^{2}C \equiv {}^{1}CH$
بروبين-1	بوتين-1
	$^{1}CH_3 - {}^{2}C \equiv {}^{3}C - {}^{4}CH_2{}^{5}CH_3$
	بنتين-2

نشاط (1):

اكتب الصّيغة نصف منشورة للمُركَّب: 3–متيل البنتين–1

الخاصيات الفيزيائيّة للألكينات:

تتشابهُ الألكينات مع كلٍّ من الإلكِنات والألكانات في بعض الخاصيات كما يتّضحُ من الجدول التالي:

اسم المُركَّب	الصّيغة الجُزيئيّة	الصّيغة البنائيّة	الكتلة الجُزيئيّة	درجة الانصهار C°	درجة الغليان C°
إيتين	C_2H_2	$HC \equiv CH$	26	-82	-84
بروبين	C_3H_4	$HC \equiv C - CH_3$	40	-101.5	-23.2

1. تزدادُ درجة الغليان بازدياد الكتلة الجزيئيّة للمُركَّب.
2. جميعُ الألكينات لاتذوبُ بالماء، ولكنّها تذوبُ في المُذيبات العضويّة (غير القطبيّة).

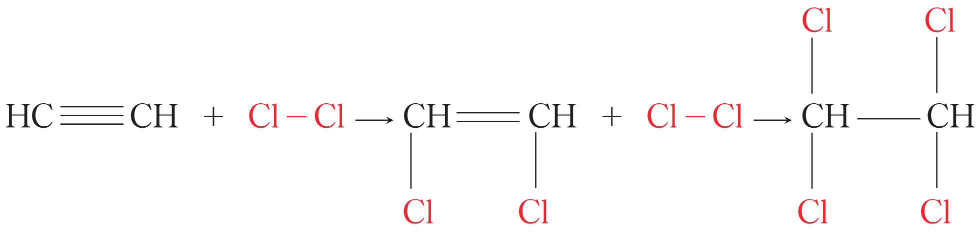
نشاط (2):

ما الحالةُ الفيزيائيّة للبروبين في درجة حرارة الغرفة؟

ستقتصرُ الأمثلة على تَفاعُل غازِ الإيتين (الإستلين).

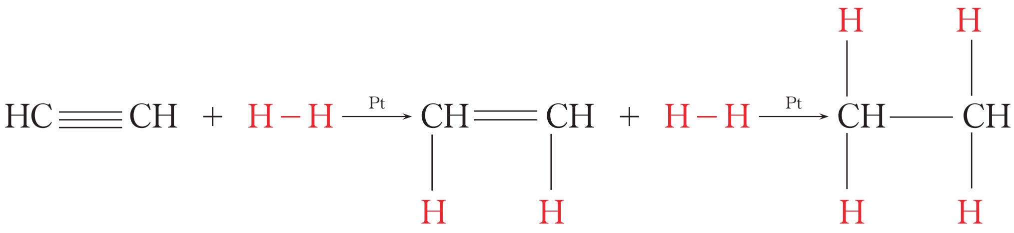
ضم الهالوجينات:

تتَفاعَل الألكينات مع الهالوجينات، مثل الكلور Cl_2 أو البروم Br_2 المذاب في رباعي كلور، لتعطيَ هاليدات الألكيل الموافق، ويتوقَّفُ نوعُ الناتِج على كمّية الهالوجين في التّفاعُل كما هو موضَّح بالمُعادَلة التالية:



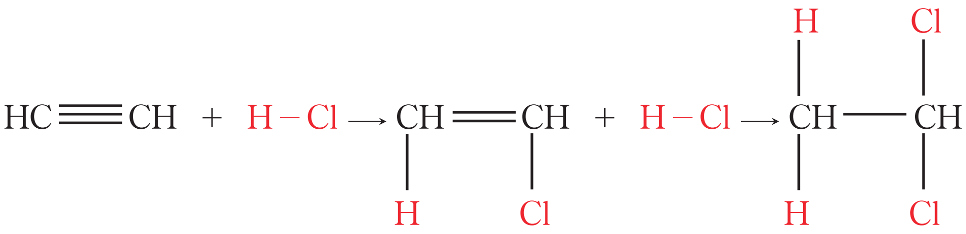
ضمّ الهدروجين:

يتَفاعُل غاز الاستلين مع غاز الهدروجين في وجود عامل حفّاز، مثل البلاتين Pt أو البلاديوم Pd، ليكون الإيتان وهذا تَفاعُل ناشِرٌ للحرارة.



ضمّ هاليدات الهدروجين:

يتَفاعَل غاز الاستلين مع غاز هاليد الهدروجين HBr, HCl بالطّريقة نفسها المُتَّبعة مع الإلكِنات.



أهمّية غاز الإستلين

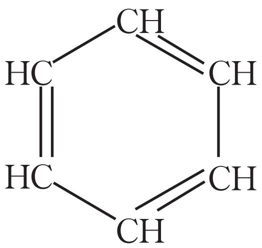
1. يُستخدَم غازُ الإستلين في صناعة المطاط الصناعي .

2. يحترق غاز الإستلين في جوّ من الأكسجين احتراقاً تامّاً مُعطِياً لهبَ الإكسي إستلين الذي يُستخدَم في لحام وقطع المعادن مثل الحديد .

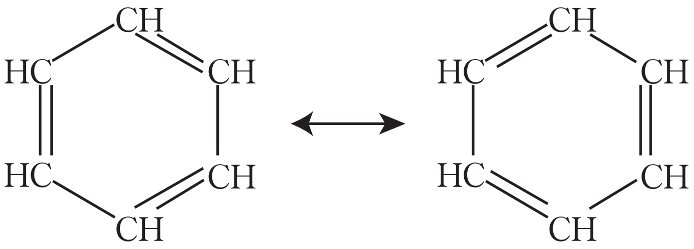
المُركَّبات الهدروكربونية الأروماتيّة (العطريّة)

البنزن

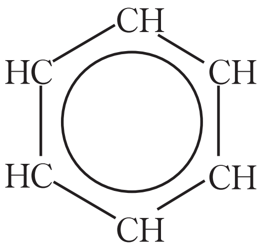
يتشكَّلُ البنزن من حلقة تحتوي على ستِّ ذرّات كربون، ترتبطُ مع بعضها البعض بروابطَ أُحاديّة وثُنائيّة مُتناوِبة وفقَ الشّكل الآتي:



يُمكنُ كتابة الرَّوابط بين ذرّات الكربون في البنزن بأكثرَ من طريقة:



يُمكنُ التّعبير عن البنزن بصيغةٍ واحدةٍ تجمعُ كلا الصّيغتَين:



وتُعرَفُ هذه الظّاهرة بالرّنين أو الطّنين.

إضاءة

المُركَّباتُ الهدروكربونيّة الأروماتيّة تسلكُ سلوكاً كيميائيّاً مُختلفاً عن المُركّبات الهدروكربونيّة الأليفاتيّة كالإلكِنات، على الرّغم من أنَّ كلا المجموعتَين تمتازُ بوجود روابطَ ثُنائيّة في تركيبها، ويُعزَى هذا الاختلاف في السّلوكِ الكيميائيّ إلى أنَّ البنزن أكثرُ ثباتاً من الإلكِنات بسبب ظاهرة الطّنين.

الخاصياتُ الفيزيائيّة للبنزن:

سائلٌ عديمُ اللّون، له رائحة مُميّزة، وبخارُه سامٌّ ومُسرطن، لا يذوبُ في الماء ولكنه يذوب في المذيبات العضويّة مثل الإيثر والكحول. كثافتُه أقلُّ من الماء، ودرجةُ غليانه $80.1°C$، ويتجمَّدُ عند $5.5°C$ على شكل بلّوراتٍ بيضاء .يشتعلُ بلهبٍ ساطع مُدخَّن كما يعتبَر من المُذيبات الهامّة؛ لأنّه يذيبُ كثيراً من الموادّ العضويّةَ وبعض العناصر كاليود والفوسفور.

نشاط (3):

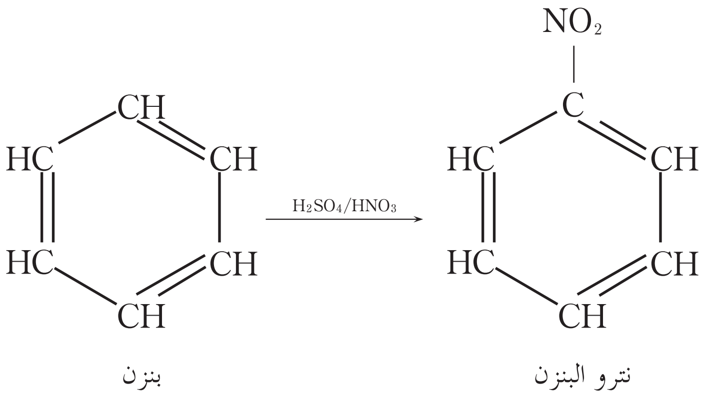
فسِّر عدمَ ذوبان البنزن في الماء.

الخاصيات الكيميائيّة للبنزن:

تَفاعُلات الاستبدال :

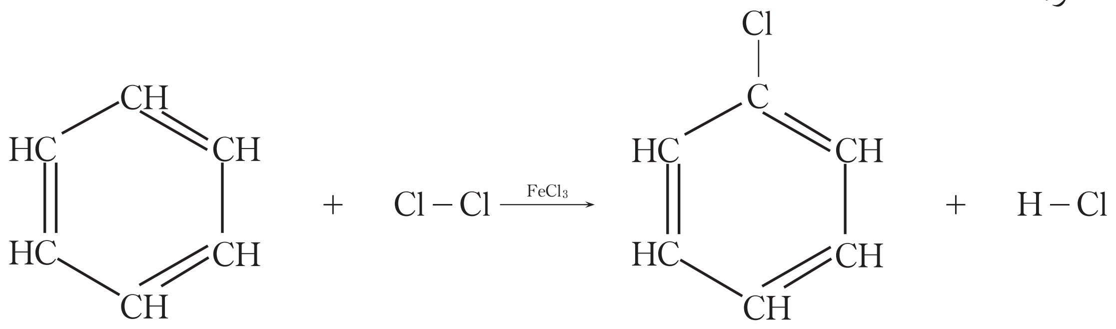
1. النترجة:

يُقصَدُ بالنترجة استبدال ذرّة هدروجين من البنزن بمجموعة نيترو $-NO_2$، ويتمُّ ذلك عن طريق مُعالَجة البنزن بمزيج حمضيّ من حمضيّ الآزوت والكبريت المُركَّزين، والذي يُعرَف بالمزيج المُنترِج وفقَ المُعادَلة الآتية:



2. الهلجنة:

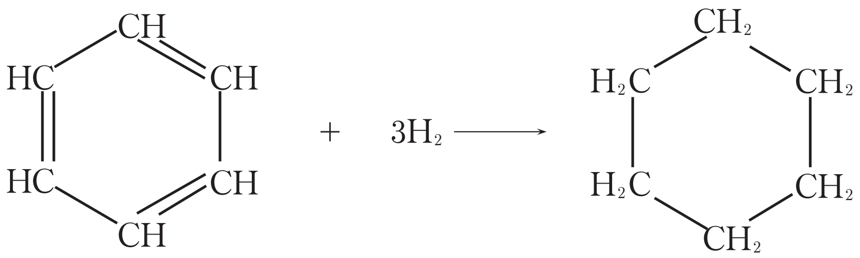
هي العمليّة التي يتمُّ من خلالها استبدال ذرّة هدروجين من البنزن بذرّة هالوجين، وعادة تكونُ Cl أو Br، ويتمُّ ذلك عن طريق مُعالَجة البنزن بالهالوجين في وجود ملح الحديد (III) كعاملٍ حفّاز.



1-كلورو البنزن

تَفاعُلات الضم:

يضمُّ البنزن الهدروجين مُشكِّلاً حلقي الهكسان.



نشاط (4):

فسّر تَفاعُل البنزن تَفاعُلات ضمّ.

تعلّمت

- الألكينات مُركَّبات هدروكربونية تتضمن رابطة مشتركة ثلاثية واحدة بين ذرتي كربون متتالية وصيغتها العامة C_2H_{2n-2}
- درجة الغليان للمُركَّبات الألكينية تزداد بازدياد الكتلة الجزيئية للمُركَّب.
- الألكينات أكثر نشاطاً من الألكانات وتتفاعُل بالضمّ.
- البنزن أبسطُ المُركَّبات الهدروكربونيّة الأروماتيّة، وهو يتكوّنُ من حلقةٍ ذات روابطَ أُحاديّة وثُنائيّة مُتبادَلة.
- أهمّ تَفاعُلات التبادُل في البنزن هي النترجة– الهلجنة.

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:

1. الألكين من المُركّبات الآتية هو:

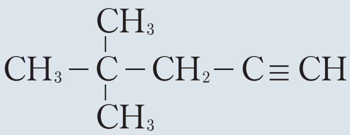
a. C_2H_6 b. C_3H_6 c. C_3H_4 d. CH_4

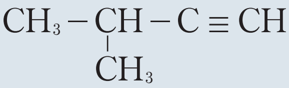
2. ينتجُ عن الاحتراق التّام للإيثين(الإستلين) في الهواء:

a. ماء + ثُنائي أُكسيد الكربون.
b. هدروجين + ثُنائيّ أُكسيد الكربون.
c. هدروجين فقط.
d. كربون فقط.

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. اكتب اسمَ المُركّبَين الآتيَين بحسب: IUPAC





2. اكتب الصّيغة نصفَ المنشورة لكلّ من المُركّبات الآتية:

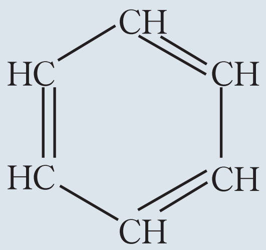
3–متيل البنتين–1

3–كلورو–4، 4– ثُنائي متيل الهكسين–1

3. اكتب الصّيغة العامّة للألكينات، ثمَّ استنتج منها الصّيغة المُجمَلة للمُركّب عندما $n = 2$، و$n = 3$، ثمّ اكتب اسمَ كلٍّ منهما والصّيغة المنشورة.

ثالثاً: أكمِلِ المُعادَلات الكيميائيّة المُعبّر عن التّفاعُلات الآتية:

$$HC \equiv CH + H - Cl \longrightarrow$$



$$+ \ Cl - Cl \xrightarrow{FeCl_3}$$

$$HC \equiv CH + 2H - H \xrightarrow{Pt}$$

رابعاً: أعط تفسيراً علمياً لكل ممّا يأتي:

1. لاتنحل الألكينات في الماء.
2. يعد البنزن أكثر ثباتاً من الألكنات الموافقة ذات السلاسل المفتوحة.
3. يعدُّ البروبين مُركّباً غيرَ مُشبَع.

خامساً: حلّ المسألة الآتية:

يتَفاعَلُ 5.2 g من غاز الإيتين (الإستيلين) معَ كمّية كافية من غاز الهدروجين بوجود حفّاز مُناسِب، ويتكوَّن الإيتان فقط وفقَ المُعادَلة $C_2H_2 + 2H_2 \xrightarrow[Ni]{\Delta} C_2H_6$

المطلوب حساب:

- عدد مولات غاز الهدروجين المتَفاعَل.
- حجم غاز الإيتان المُتكوِّن.
- كتلة غاز الإيتان المُتكوّن.

علماً بأنَّ حجوم الغازات مقيسة في الشّرطَين النّظاميَين.

(C:12, H:1)

تفكير ناقد

يقوم البنزن بتفاعلات الاستبدال بشكل أكبر من تفاعلات الضم، بينما تقوم الألكنات بتفاعلات ضم بشكل أكبر من تفاعلات الاستبدال مع العلم أن كلا المركبين يحتويان على روابط مضاعفة؟

أبحث أكثر

يعد الاستلين من المركبات الهامة صناعياً
ابحث في الشابكة أو في مكتبة مدرستك عن طرائق اصطناع الاستلين.

5 النّفطُ والغازُ الطّبيعيّ

الأهداف:

* يتعرّفُ مَنشأ النّفط.
* يفهمُ مكوّنات النّفط.
* يشرحُ تصفية النّفط.
* يحدّدُ استخدامات مُشتقّات النّفط.

الكلمات المفتاحية:

* النّفط.
* الغاز الطبيعيّ.
* التّقطير التّجزيئيّ.

تراكمَت بقايا الكائنات الحيّة منذُ ملايين السّنين في البحار والمُحيطات، واستقرَّت في القاع، وتجمّعت فوقَها الرّواسبُ والطَّمي بوجود الضَّغط والحرارة العالية وعدم وجود الأكسجين اللازم لتحلُّلها، تفكَّكت الموادّ العضويّة إلى مُركَّبات هدروكربونيّة أُطلِقَ عليها اسم النّفط.

نشاط (1):

- ما مصدرُ الغاز المنزليّ ووقود السيارات والحافلات والطّائرات والسّفن والمَصانع؟
- ما الوقودُ اللازم لتوليد الكهرباء في المحطّات الحراريّة؟
- من أينَ نحصلُ على الزّفت المُستخدَم في تعبيد الشّوارع؟
- لماذا سُمّي النّفط بالذّهب الأسود؟

تصنيف النفط

- يُمكنُ تصنيف النّفط بحسب الخاصيات الفيزيائيّة والكيميائيّة إلى ثلاثةِ أصناف:

1. النّفط الخفيف ذي أساسٍ بارفيني: الذي يحتوي على نسبة عالية من الألكانات.
2. النّفط الثّقيل ذي أساس أسفلتي: الذي يحتوي على نسبة عالية من الزيوت ثقيلة.
3. النّفط المُختلط: الذي يحتوي على كلا النّوعَين السّابقَين بنسبٍ مُتقاربة.

- كما صُنِّفَ بحسب ما يحتويه من الكبريت إلى:

1. نفطٍ ذي محتوى كبريتيّ عالٍ : نسبة الكبريت فيه أكثر من 3% وزناً.
2. نفطٍ ذي محتوى كبريتيّ مُتوسِّط: نسبة الكبريت فيه أقلّ من 3% وأكبر من 1% وزناً.
3. نفطٍ ذي محتوى كبريتيّ مُنخفَض: نسبة الكبريت فيه أقلّ من 1% وزناً.

إثراء:

يتمُّ تنقية النّفط المُستخرَج قبلَ عمليّة التّقطير لأنَّ وجودَ بخار الماء يؤدّي إلى حدوث انفجار في برج التّقطير، أمّا الأملاحُ فتسبِّبُ تآكلَ الحديد المصنوع منه البرج.

تكرير النّفط

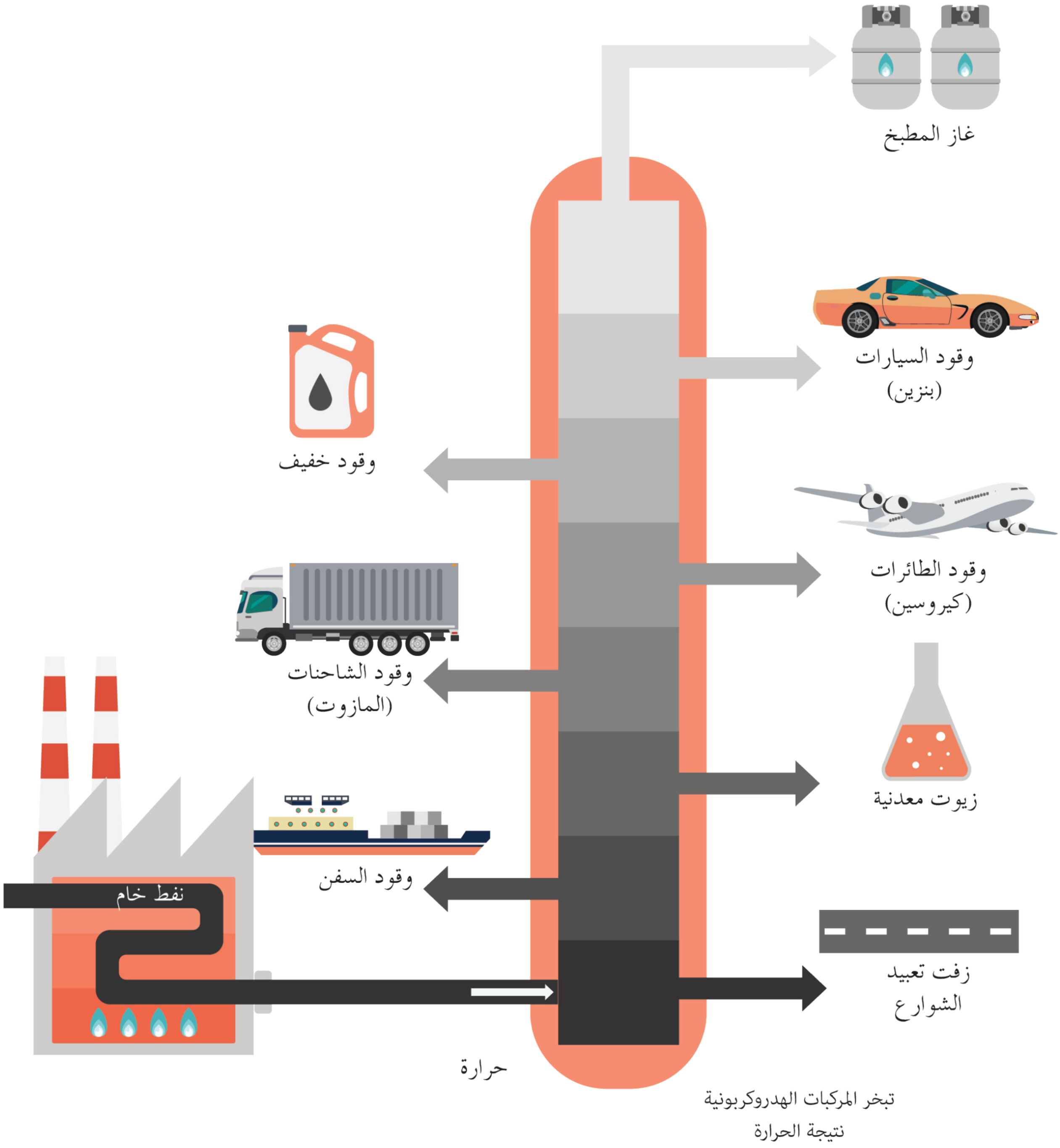
نشاط (2):

هل يُمكنُ استخدام النّفط مُباشرَة بعد استخراجه؟

يحتوي النّفط المُستخرَج على غازاتٍ ذائبة إضافة للماء والأملاح والمُركّبات الكبريتيّة التي تُشكِّلُ ضرراً على المُعدّات في حال استخدامه، لذلك يمرُّ بعدةِ مراحل لعزل الغاز والتّخلُّص من المُركّبات المُنحلَة فيه قبلَ تقطيره.

يتمُّ التّقطير التّجزيئيّ للنّفط على الشّكل:

1. تسخين النّفط ليتحوّلَ معظمُه إلى بخارٍ ويبقى جزءٌ سائلٌ يترسب في قاع البرج.
2. يوجّه البّخار إلى مُكثّف بدرجةِ حرارةٍ مُحدَّدة تعملُ كوسيلةِ تبريدٍ وتبخيرٍ في آنٍ واحدٍ معاً، حيثُ تتكاثَفُ عليها الزّيوت الثّقيلة ذات درجاتِ الغليان المُرتفِعة بينَما تتبخَّرُ المُركّبات الخفيفة ذات درجاتِ الغليان المُنخفِضة.



ليتابعَ الغاز نحوَ مُكثّفٍ آخر بدرجةِ حرارةٍ أقلَّ وهكذا.... كما في الشّكل الآتي:

نشاط (3):

اعتماداً على الشَّكل السّابق:

أذكرُ أهمّ المُشتقّات النّفطيّة الناتِجة عن برجِ التَّقطير التّجزيئيّ، وأهمّ استخداماتها.

الغاز الطبيعيّ

يتكوَّنُ الغاز الطبيعيّ في ظروفٍ مُشابِهة لتلك التي يتشكَّلُ عندَها النّفط.

مُكوّنات الغاز الطبيعي:

مزيجٌ من المُركّبات الهدروكربونيّة، تحوي من 1 إلى 4 ذرّات كربون تكونُ نسبةُ الميثان فيه ما بينَ 70% إلى 100%.

بعضُ استخداماتِ الغاز الطبيعيّ:

- منزليّاً، في الطبخ، والتدفِئة، وتسخين الماء.
- في محطّات توليد الكهرباء.
- في الصّناعات الكيميائيّة.

تعلّمت

- يتشكَّلُ النّفط من بقايا الكائناتِ الحيَّة
- يُمكنُ تصنيف النّفط بحسب الخاصيات الفيزيائيّة والكيميائيّة إلى ثلاثةِ أصنافٍ:
  1. النّفط الخفيف: الذي يحتوي على نسبةٍ عالية من الألكانات.
  2. النّفط الثّقيل: الذي يحتوي على نسبةٍ عالية من الزّيوت ثقيلة.
  3. النّفط المُختلِط: الذي يحتوي على كلا النوعَين السّابقَين بِنِسَبٍ مُتقاربة.
- يصنَّفُ النّفط بحسب ما يحتويه من الكبريت إلى نفط ذي محتوى كبريتي (عالٍ، مُتوسّط، مُنخفِض).
- تتحوَّلُ بقايا الكائنات الأوليّة بعدَ مئات السّنين من الزَّمن نتيجة الضَّغط والحرارة تحتَ الطّبقات الرّسوبيَّة إلى غازٍ طبيعيّ.

أختبر نفسي

أولاً: أجِب عن الأسئلة الآتية:

1. صنِّفْ النّفط بحسب الخاصيات الفيزيائية الى عدّة أصناف، ما هي؟ قارِن بينَها.
2. كيفَ يتشكَّلُ النّفط؟ ولماذا يعَدُّ من أنواعِ الطّاقة غيرِ المُتجدِّدة.
3. فسّر ما يلي:
   a. تحوُّل بقايا الكائِنات الأوليّة الى غازٍ طبيعيّ.
   b. تسميَّة النّفط بالذّهب الأسود؟
4. اشرح آليّة التّقطير التّجزيئيّ.

أبحث أكثر

ابحث في الشّابكة، عن أنواع الموادّ المُنبعِثة من مَصافي النّفط وكيفَ يُمكنُ تقليل ضررها لحماية البيئة؟

أسئلة الوحدة

السؤال الأول: اربط المفاهيم الأتية لتكوينِ خارطةٍ مفاهيم مُناسِبة:

روابطها مشتركة أحادية فقط	المركبات العضوية	الألكين
الألكان	تحوي رابطة مشتركة ثلاثية	هدروكربونية مشتقة
تحوي رابطة مشتركة ثنائية	هدروكربونية	الألكِن

السؤال الثاني: اكتب كلمة (صح) أمام العبارة الصحيحة وكلمة (خطأ) أمام العبارة الخاطئة في كل ممّا يلي :

1. تتَفاعُل الألكانات تَفاعُل ضم.
2. الألكِنات مُركَّبات هدروكربونيّة تحتوي على رابِطة ثُنائيّة بينَ ذرَّتَي كربون مُتتاليتَين.
3. البوتان هو مُركَّب غيرُ مُشبَع يحتوي على 4 ذرّات كربون.
4. الصّيغة الجزيئيّة C_4H_{10} يُمكنُ تمثيلُها بثلاث صيغ منشورة.
5. درجة غليان المُركَّب هبتين – 1 أقلّ من درجة غليان المُركَّب أوكتين–1.

السؤال الثّالث: اخترِ الإجابة الصَّحيحة:

1. الهدروكربون الذي ينتمي إلى الألكنات من المُركَّبات الآتية هو:

a. C_4H_6 b. C_5H_8 c. C_4H_8 d. C_4H_{10}

2. الصّيغة العامّة التي ينتمي إليها المُركَّب C_5H_8:

a. C_nH_{2n+1} b. C_nH_{2n} c. C_nH_{2n-2} d. C_nH_{2n+2}

3. عدد الرَّوابط المُشترَكة الأُحادية في المُركَّب ذي الصيغة الكيميائيّة C_3H_8 هي:

a. 6 b. 8 c. 10 d. 12

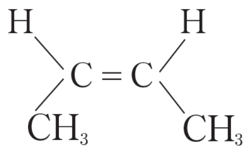
4. المُركَّب ذو درجة الغليان الأعلى من المُركَّبات الآتية هو:

a. $CH_3CH_2CH_3$ b. $CH_3CH_2CH_2CH_3$ c. C_3H_4 d. CH_4

5. يزيدُ عددُ ذرّات الهدروجين في حلقي الهكسان عن عددها في البنزن بـ:

a. أربع ذرّات b. ثمان ذرّات c. ستّ ذرّات d. ذرَّتَين

السؤال الرابع: ارسم مُتصاوِغاً واحداً لكلّ مُركّبٍ من المُركَّبات الأتية مُحدِّداً نوعَ التّصاوغ:



$CH \equiv C - CH_2 - CH_3$

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$

السّؤال الخامس: هل تُعَدُّ الصيّغة 3–متيل البوتان صحيحة؟ فسّر إجابتك.

السّؤال السادس: أكمِل المُعادلات الآتية:

$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{400^\circ}$ ....+.................

$+ Br_2 \xrightarrow{FeBr_2}$ ....+.................

$HC \equiv CH + 2Cl - Cl \longrightarrow$

السّؤال السابع: لديك المُركّباتُ الهدروكربونية الآتية:

2,2– ثُنائيّ متيل بروبان.　　3,2– ثُنائيّ متيل بوتن–1.　　4–متيل بنتين –2.

المطلوب:

1. اكتب الصّيغة نصفَ المنشورة لكلٍّ منها.
2. حدّد نوعَ ذرّات الكربون فيها (أوّلية –ثانويّة – ثالثيّة).
3. حدّد نمطَ تهجين كلّ ذرّة كربون.

مشروعُ النّفط و الغاز الطبيعيّ

يُعدّ النّفط مصدراً أساسيّاً للطاقة غير المُتجدِّدة، فضلاً عن أنّه يحتوي على عددٍ كبيرٍ من الموادّ الأوليّة التي تقومُ عليها الصّناعات البتروكيميائيّة.

هدفُ المشروع

التعرّف إلى النّفط والغاز والصّناعات البتروكيميائيّة في سورية.

مراحلُ المشروع

أولاً– التّخطيط:

1. يَتعرَّفُ إلى مَنشأ النّفط والغاز الطبيعي.
2. يَتعرَّفُ إلى طرائق تكرير النّفط والغاز.
3. يَتعرَّفُ إلى أهمية النّفط الاقتصاديّة والاستراتيجيّة كمصدرٍ للطاقة والموادّ الأولية.
4. يبحثُ في طرائقِ مُعالَجة فضلات الصّناعات البتروكيميائيّة والحدّ من آثارها السّلبية.

ثانياً– التنفيذ

- **تقسيمُ الطّلاب إلى أربع مجموعاتٍ.**
  - **المجموعة الأولى:** تبحثُ في أصل النّفط.
  - **المجموعة الثانية:** تبحثُ في تكرير النّفط والغاز.
  - **المجموعة الثالثة:** تبحثُ في أهمّية النّفط كمصدرٍ للطاقة والموادّ الأوليّة.
  - **المجموعة الرابعة:** تبحثُ في مُشكِلة فضلاتِ الصّناعات البتروكيميائيّة والاستفادة الأمثل منها، بحيثُ تتمُّ عملية المُحافظَة على البيئة.

ثالثاً– التّقويم:

تبادُل المعلومات بينَ المجموعات ومناقشتها، وتسليم نسخةٍ ورقية أو إلكترونيّة حولَ البحث خلالَ مدَّةِ خمسةَ عشرَ يوماً.

الوحدة الرّابعة
الصّناعات والتّعدين

أهدافُ الوحدة :

- يَتعرَّفُ طرائقَ تصنيع المواد الأوليّة.
- يَتعرَّفُ أشكالَ وجود بعض المعادن في الطبيعة.
- يَتعرَّفُ التّعدينَ.
- يَتعرَّفُ السّبائكَ.

1 الموادّ الأوليّة وتقنياتِ التّصنيع

الأهداف:

* يميّزُ بينَ الموادّ الأوليّة الطبيعيّة والصّناعيّة.
* يَتعرَّفُ طرائقَ تصنيع المواد الأولية.
* يَتعرَّفُ تقنياتِ التّصنيع الصّناعيّ للمواد الرئيسيّة ذات الاستخدام الشّائع.
* يَتعرَّفُ طرائقَ تصنيعُ بعض المُنتجَات الصّناعيّة (أسمدة، إسمنت، زجاج).

الكلمات المفتاحية:

* المادّة الأوليّة.
* النّشادر.
* حمض الآزوت.
* الأوليوم.
* الأسمدة الآزوتية.
* الأسمدة الفوسفورية.
* إسمنت.
* زجاج.

تهتمُّ الجمهوريّة العربيّة السّوريّة بالحرف، ومنها صناعةُ الفخّار الذي يدخلُ في صناعتِه الطّينُ والرّملُ وبعضُ الفخّار القديم كموادَّ أوليّة، ويلوَّن بأكاسيد المعادن.

الموادّ الأوليّة

نشاط (1):

لديك الموادّ الأوليّة الآتية:

حمض الكبريت – القطن – هدروكسيد الصّوديوم – الحجر الكلسيّ – الرّمل – الخشب

المطلوب:

صنِّف هذه الموادّ إلى موادّ أوليّة طبيعيّة أو صناعيّة.

نتيجة:

الموادّ الأوليّة هي إمّا موادّ طبيعيّة أو موادّ تحضَّر صناعيّاً.

إثراء:

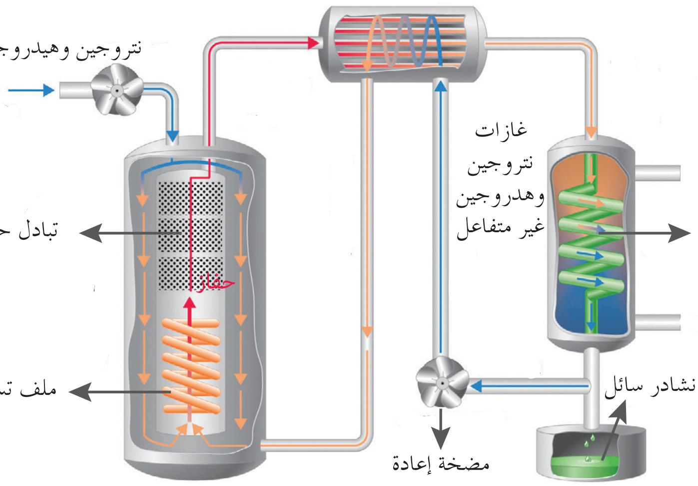
اشتُهرَ السّوريّون منذُ القدم بصناعة الصّابون، حيثُ يصنعُ في مدينة حلب نوع من الصّابون يسمّى صابون الغار موادّه الأوليّة، هي زيتُ الزّيتون وهدروكسيد الصّوديوم بشكلٍ أساسيّ وكميّة قليلة من زيت الغار.

طرائقُ التّحضير الصّناعيّ لبعض الموادّ الأوليّة:

١– صناعة النّشادر (طريقة هابر – بوش):

نشاط (2):

ألاحِظ المُخطّط وأجيبُ:



- حدِّدِ الموادّ الأوليّة التي تدخلُ في تحضير غاز النّشادر.
- بيّن دورَ كلٍّ من ملفّ التبريد والحفّاز.

أستنتجُ:

- يتَفاعلُ غازا النتروجين والهدروجين بنسبة 3:1 على التوالي، عندَ الدرجة 475°C، وتحتَ الضّغط 300 atm، بوجود حفّاز أكسيد الحديد III المُنشّط ببعض أكاسيد المعادن مثل أكسيد الألمنيوم. يُلاحَظ أنَّ نسبة النّشادر تزدادُ بازدياد الضّغط وانخفاض درجة الحرارة.

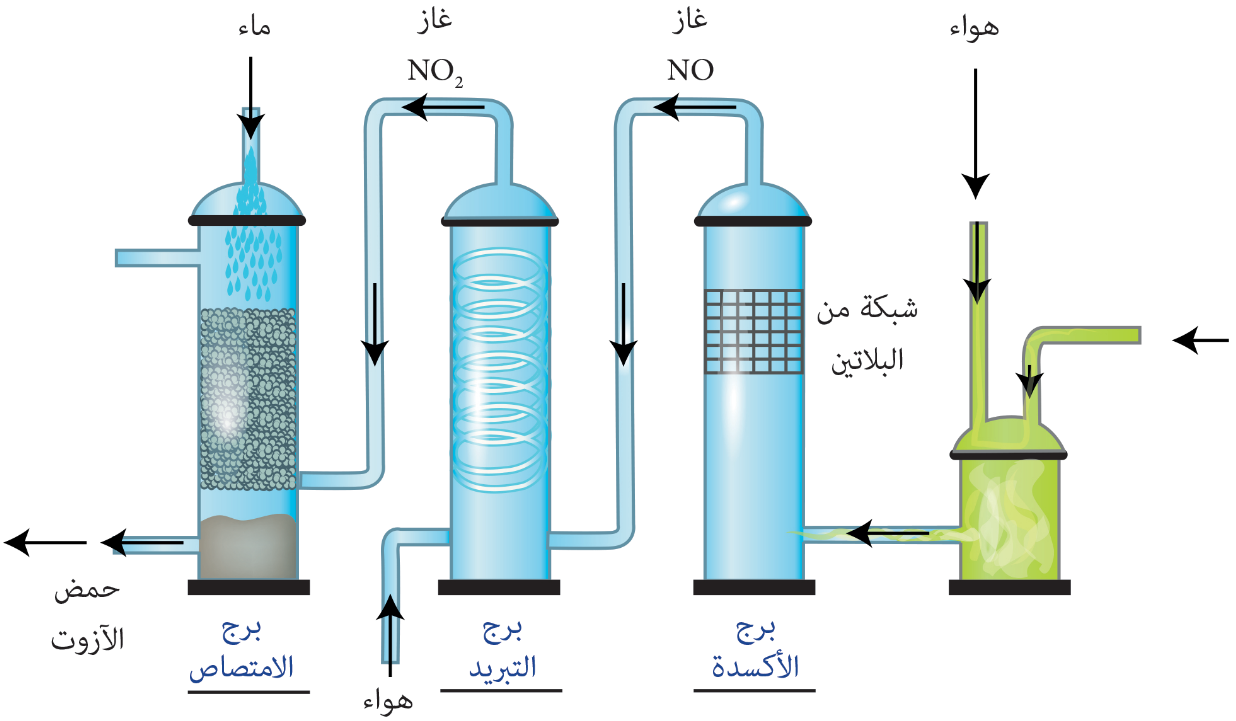
نشاط (3):

أكتب مُعادلة تَفاعُل تحضير النّشادر, هل يعدّ التّفاعُل تامّاً أو عكوساً ؟

2–صناعة حمض الآزوت:

نشاط (4):

ألاحِظ الشكل وأجيبُ:



- حدِّدِ الموادّ الأوليّة التي تدخلُ في تحضير حمض الآزوت.
- حدِّدِ الغازَ المنطلق من برج الأكسدة.
- أكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن التّفاعُل الحادث في برج التّبريد.
- أصِفُ ما يحدثُ في برج الامتصاص.

أستنتجُ:

1. يدفعُ خليطٌ من الهواء وغاز النّشادر في برج خاصّ، فيه شبكة من البلاتين (عامل مُساعِد)، ويسخّنُ إلى الدّرجة 900°C ، فيتأكسدُ غازُ النّشادر بالأكسجين إلى أكسيد النتروجين NO وفقَ المُعادَلة:

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$$

2. يبردُ المزيجُ الغازي المُتشكّل بسرعةٍ حتى لا يتفكّكَ الأكسيد المُتشكّل في برج خاصّ بوساطة تيارٍ من الهواء، حيثُ يتحوّلُ الأكسيد NO إلى NO_2 وفقَ المُعادَلة:

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

3. ينحلّ NO_2 بالماء ويتشكَّلُ حمضُ الآزوت وفقَ المُعادَلة:

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

تعادُ أكسدة NO النّاتِج عن التّفاعُل إلى NO_2 مُعطياً حمضَ الآزوت من جديد.
هذه الطّريقة مردودُها من محلول حمض الآزوت بتركيز 68% ، أمّا حمضُ الآزوت المُدخَّن 98% فيحضَّر من انحلال NO_2 في محلول حمض الآزوت المُمدَّد والسّاخن بوجود الأكسجين وتحت ضغطٍ مُعيَّن.

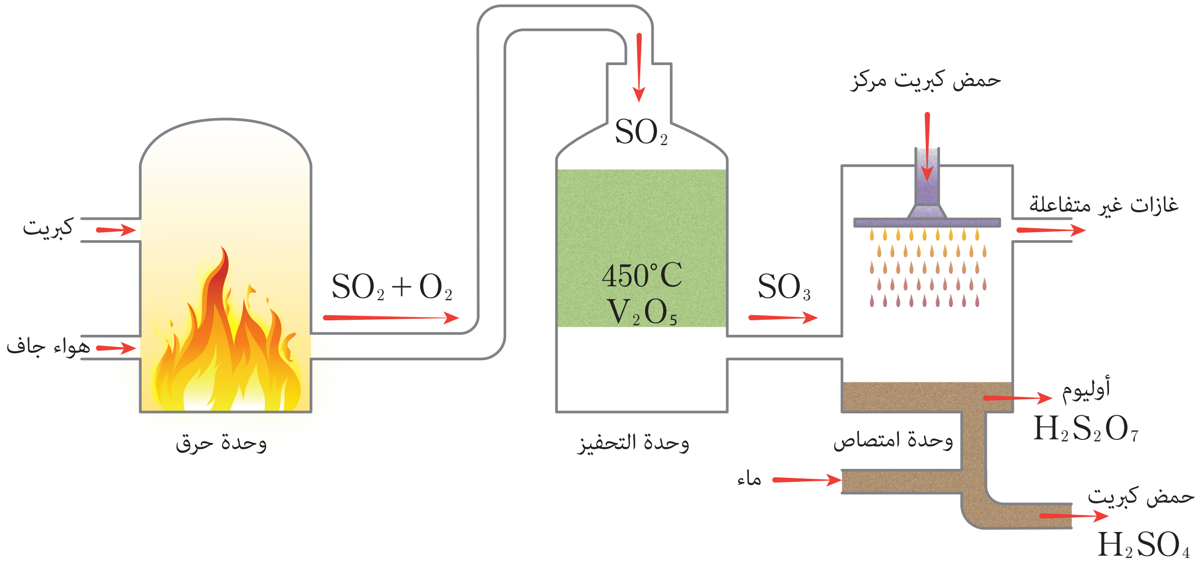
نشاط (5):

ما وظيفةُ كلٍّ من (شبكة البلاتين, برج التّبريد)عندَ تحضير حمض الآزوت؟

3- صناعةُ حمض الكبريت:

نشاط (6):

ألاحِظ المُخطَّط وأجيبُ:



- أحدّدُ الموادّ الأوليّة التي تدخلُ في تحضير حمض الكبريت.
- أحدِّدُ الغازَ المُنطلِق من برج التّحويل (وحدة التّحفيز).
- أعبّرُ بمُعادَلة كيميائيّة عن تَفاعُل تحضير الأوليوم.

أستنتجُ:

يحضّر حمضُ الكبريت من الكبريت كمادّة أوليّة وفقَ المراحل الآتية:

1. يُدخلُ الكبريت مع تيار من الهواء الجاف إلى وحدة الحرق فيتأكسد معطياً غاز ثنائي أكسيد الكبريت وفق المُعادَلة:

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

2. تمرَّرُ الغازات إلى برج التّحويل المحتوي على حفّاز أكسيد الفناديوم ليتأكسدَ غازُ ثُنائيّ أكسيد الكبريت إلى ثُلاثي أكسيد الكبريت في درجة حرارةٍ مُعيَّنة وفقَ المُعادَلة:

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

3. يُمتَصُّ غازُ SO_3 بوساطة حمض الكبريت المُركّز المُضاف ليَنتجَ الأوليوم $H_2S_2O_7$

$$H_2SO_4 + SO_3 \longrightarrow H_2S_2O_7$$

4. يُضافُ الماء إلى الأوليوم فنحصل على حمض الكبريت وفقَ المُعادَلة:

$$H_2S_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$$

5. تنطلقُ الغازاتُ غيرُ المتَفاعِلة من فتحةِ أعلى البرج.

نشاط (7):

ما التّفاعُل الحادثُ في كلّ من وحدتَي التّحفيز والامتصاص؟

4- صناعة حمض كلور الماء:

يُحضَّرُ حمضُ كلور الماء بعدّة طرائقَ منها:

1. الاتّحاد المُباشَرِ بين الكلور والهدروجين وفقَ التّفاعُل الآتي:

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

يُذابُ غازُ كلوريد الهدروجين بالماء للحصول على الحمض بتركيزٍ مُعيَّن.

2. تَفاعُل أملاح الكلوريدات مع حمض الكبريت. مثال: تَفاعُل كلوريد الصّوديوم مع حمض الكبريت وفقَ ما يأتي:

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

يُذابُ غاز كلوريد الهدروجين بالماء للحصول على الحمض بتركيزٍ مُعيَّن.

نشاط (8):

يُحضَّرُ كلوريد الأمونيوم من تَفاعُل حمض كلور الماء مع غاز النّشادر. أكتب المُعادَلة المُعبِّرة عن التّفاعُل بشكلٍ موزون.

إثراء:

جابر بن حيان من علماءِ العرب يعدّ أوّل من فصلَ الذّهب عن الفضّة بوساطة الحمض وشرحَ عمليّة تحضير وتنقية بعض المعادن.
يُعدُّ أوّلُ من حضَّرَ حمضَ الكبريت بتقطير مادّة الشّبّ وحمض الآزوت، وحضّر حمض كلور الماء وسمّاه روحَ الملح.

5–صناعةُ حمض الفوسفور بالطّريقة الحراريّة:

تتمُّ وفقَ المراحل الآتية:

1. تعتمدُ على إرجاع فلزّات الفوسفات إلى فوسفور بوساطة الكربون.
2. يُؤكسَد الفوسفور النّاتِج بالأكسجين في درجاتِ الحرارة العالية مُتحوّلاً إلى خماسي أكسيد الفوسفور.

$$P_4 + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

3. يُمتَصّ خماسيُّ أكسيد الفوسفور الماء، ويتشكَّلُ حمضُ الفوسفور.

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

طرائقُ صناعة بعض المُنتجات الكيميائيّة

صناعةُ الأسمدة:

نشاط (9):

- **ما أهمُّ العناصر التي تحتاجُها النباتات؟**
- **كيفَ نعوّضُ نقص العناصر الأساسيّة في التّربة اللاّزمة لنموّ النباتات؟**

الأسمدة الفوسفاتيّة:

يُساهمُ الفوسفور في نموّ النّبات والمزروعات، ومن أهمّ أنواع الأسمدة الفوسفاتيّة:

1. السّوبر فوسفات: وهو عبارة عن حُبيباتٍ تحتوي فوسفات أُحاديّة الكالسيوم مُترافِقةً معَ كبريتات الكالسيوم، ويُعَدّ من الأسمدة الرّخيصة الثّمن.
2. السوبر فوسفات المُضاعَف: وهو سمادٌ عالي التّركيز يحتوي بشكلٍ رئيسٍ فوسفاتِ أُحاديّة الكالسيوم من دون كبريتات الكالسيوم كما يحتوي بعض فوسفات حديد، ألمنيوم، السّيليكون.

نشاط (10):

أقارِنُ بينَ السّوبر فوسفات والسّوبر فوسفات المُضاعَف من حيثُ مكوناتُه ؟

تحضير الأسمدة الفوسفاتيّة صناعيّاَ:

تتمُّ بطريقتَين :

1. تحضيرُ السّماد بمُعالجة فلزّات فوسفات ثُلاثي الكالسيوم بحمض الكبريت، حيثُ يتشكّلُ فوسفات أحادي الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم الضّارة بعمليّة التّحضير.
2. تحضير السّماد بمُعالجته فلزّات فوسفات ثُلاثي الكالسيوم بحمض الفوسفور، حيثُ يتشكّلُ فوسفات أُحادي الكالسيوم.

نشاط (11):

برأيك أيُّ طريقةٍ أفضل في صناعة السّماد الفوسفاتي, ولماذا؟

تحضيرُ الأسمدة الآزوتيّة صناعيّاَ:

أهمّ أنواع الأسمدة الآزوتيّة :

1. **اليوريا** $CO(NH_2)_2$ **:** تُحضّر من تَفاعُل الأمونيا معَ ثُنائي أكسيد الكربون وفقَ المُعادَلة :

$$CO_2 + 2NH_3 \longrightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$$

2. **كبريتاتُ الأمونيوم** $(NH_4)_2SO_4$ **:**

تحضّر من تَفاعُل حمض الكبريت معَ الأمونيا تحتَ ضغط مُنخفَض واسترداد البلورات بوساطة طاردٍ مركزيّ أو مرشح وفقَ المُعادَلة :

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

3. **نتراتُ الصوديوم** $NaNO_3$: استعملت كسمادٍ جيدٍ للقطن والتّبغ.

وجدت في تشيلي بشكل مادّة خام، تمَّ سحقها وطحنُها، ثمَّ ترشح في أوعية مُعيّنة بعدَ الغسل . يؤخَذُ الناتِج عن الترشيح ليُبرَّد في وحداتٍ خاصّة، فيترسَّب نترات الصّوديوم البلوريّة .

4. **نتراتُ الكالسيوم:** ينتجُ من تَفاعُل حمض الآزوت مع كربونات الكالسيوم وفقَ المُعادَلة:

$$CaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O$$

يجبُ حماية هذا السّماد لأنّه يمتصّ الرّطوبة لذلك يخلطُ مع موادّ كارِهة للماء، وعادةً يُمزَجُ مع نِترات الأمونيوم.

إثراء:

تُجمَع الأغذية التّالفة والمُنتهية الصّلاحية لمُعالَجتِها، ولصنع الأعلاف والأسمدة منها.
كلُّ ذلك يدلُّ على تقدُّم المُجتمَع، حيثُ إنّ مُستقبله يتوقَّفُ على مدى التّطوُّر العلميّ فيه ولاسيّما في مجال الكيمياء.

صناعةُ الإسمنت:

اكتشفُ الإنسانُ أنواعاً من الصّخور تتصلَّبُ عندَ إضافةِ الماء له واعتمدَه في البناء، وكانَ النّواة لصناعة الإسمنت، وأصلُ كلمة إسمنت في المُصطلَح اللاتيني يعني المُقطَع الحجريّ.

الموادّ الأوليّة في صناعة الإسمنت:

تُقسَم الموادّ الأوليّة إلى قسمين هما:

1. الغضار، حبيبات تحوي بشكل رئيسي سيليكات الألمنيوم المائيّة، وقد يحتوي أيُونات الألمنيوم أو الحديد أو... بدلاً من أيُون السيليكون، ممّا يؤدّي إلى اختلافِ في خاصّياتِ ولون الغضار.
2. الكلس (كربونات الكالسيوم).

مراحل صناعة الإسمنت :

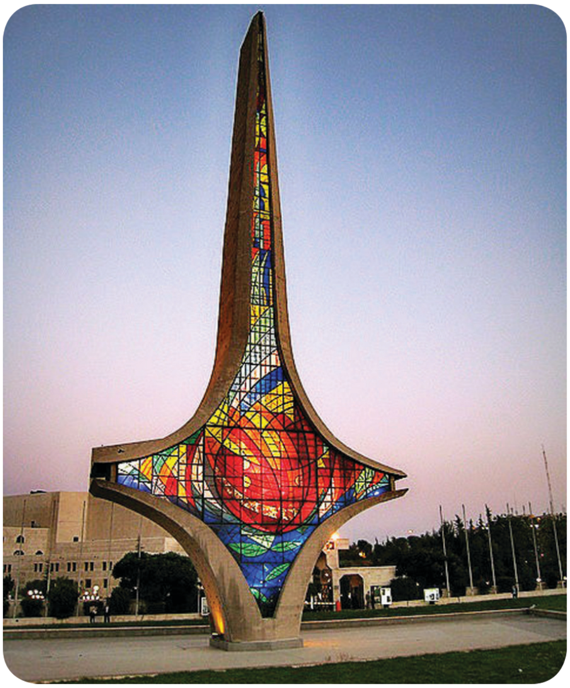
تتمُّ صناعة الإسمنت وفقَ المراحل التالية :

1. تكسير الموادّ الأوليّة وسحقها وتجفيفها.
2. خلط الموادّ الأوليّة بنسبٍ مُعيّنة.
3. تسخين المزيج في أفران بالدّرجة تتراوحُ بينَ 1400°C – 1600 ويُسمّى الخليط النّاتِج كلنكر.
4. يُمزَج الكلنكر بعد تبريده معَ كمّية صغيرة من مادّة مُبطئة للتصلّب كالجصّ.
5. يُسحَق المزيج من جديد للحصول على الإسمنت.
6. يُخزَّنُ في مستودعاتٍ لمدّة لا تقلُّ عن عشرة أيام .
7. يُمكنُ الحصول على عدّة أنواع من الإسمِنت من خلال تغيير نِسب المزجِ وإضافة موادّ أخرى.

نشاط (13):

أميّز بينَ الإسمنت والكلنكر؟

صناعةُ الزّجاج :



اكتشفَ الفينيقيون الزّجاج عندَما أضرمَ بعضُ بحّارتهم النّار فوق رمال الشّاطئ، فتشكّلت كتلةٌ زجاجيّة على الرّمال نتيجة الحرارة، وتطوّرَت فكرةُ هذه الصّناعة، حيثُ اشتُهر الدّمشقيّون بهذا الفنّ، وهذا ما يبدو واضحاً بالسّيف الدّمشقيّ الموضوع في ساحة الأمويّين.

الموادّ الخام المُستخدَمة في صناعة الزّجاج :

يُستخدَم في صناعة الزّجاج الموادّ الخام الآتية:

1. رمل السيلكا الذي يحتوي أكسيد السيلكون.
2. كربونات الصّوديوم.
3. الحجر الكلسيّ.
4. قطع الزّجاج الصّغيرة التي تحتاجُ إلى إعادة تدوير (الكسارة).

إثراء:

يحتاجُ الزّجاجُ إلى 4000 سنةٍ ليتحلّلَ، حيثُ يؤدّي تراكُمه إلى تلوُّث البيئة لذلكَ يُعادُ تدويرُه، ويُستخدَم في صنع القوارير والعلب الزّجاجيّة الجديدة.

تحضيرُ الزّجاج صناعيّاَ :

تمرُّ صناعة الزّجاج بعدّة مراحل هي :

1. تُوزَن الموادّ الأوليّة بنسبٍ مُعيّنة، ثمّ يتمّ مزجُها، ثمّ تُنقَلُ إلى الفرن ليتمَّ صهرُها، فتتحوَّل إلى عجينة.

2. تُشكَّلُ العجينة بالشّكل المطلوب بعدّة طُرُق، كالنّفخ والتشكيل الآلي معَ مراعاة السّرعة قبلَ أن يتحوَّلَ الزّجاج إلى الحالة الصُّلبة.
3. يبردُ الزّجاج المُشكَّل بفرنٍ خاصّ عندَ الدرجة من 400 – 600°C ، وتتمُّ هذه العمليّة ببطءٍ.
4. تصقلُ وتنظّفُ قطع الزّجاج بعد التبريد لتُصبحَ جاهزةً للاستخدام.

إثراء:

أنواع الزّجاج:

استخدامه	نوع الزّجاج
صنع العدسات والمواشير.	السيليكا المزججة
صناعة الألواح الزجاجيّة والأواني.	زجاج الكلس الصّودي
1- صناعة الدّهانات السيليكاتيّة. **2**- يستخدم في لصق أوراق الكرتون.	الزّجاج السائل
صناعة زجاج الزّينة والمصابيح.	الزّجاج الرّصاص
1- صنع الأجهزة المخبريّة الكيميائيّة والصناعيّة. **2**- صناعة أواني الطّهي.	زجاج البوروسيليكات
أنواع مُتعدّدة من الاستخدامات	الزّجاج الخاص (الملون – الفوسفوريّ- الشّفاف- الليف الزّجاجيّ- زجاج الأمان)

تعلّمت

- الموادّ الأوليّة هي إمّا موادّ طبيعيّة أو موادّ تُحضَّر صناعيّاً.
- غاز النشادر NH_3 يستخدَم كمادّة أساسيّة في صناعة الأسمدة الآزوتية واليوريا، يُحضَّر صناعيّاً بطريقةِ هابر – بوش.
- حمض الآزوت يدخلُ في صناعة الأسمدة يُحضَّرُ بأكسدة غاز النّشادر بأكسجين الهواء، فيتكوَّنُ أكسيد الآزوت NO_2 الذي ينحلّ بالماء مُعطِياً حمض الآزوت.
- حمض الكبريت يحضّرُ بأكسدة الكبريت بالهواء وبوجود حفّاز أكسيد الفناديوم يتشكَّلُ غاز SO_3، الذي ينحلُّ بحمض الكبريت المركّز مُشكّلاً الأوليوم، يضافُ الماء إلى الأوليوم ليتشكَّلَ حمض الكبريت.
- يحضّر حمض كلور الماء بعدّة طرائق أبرزُها: الاتّحاد المُباشَر بينَ الكلور والهدروجين.
- يُعَدُّ حمضُ الفوسفور من الموادّ الأوليّة المُهمّة في صناعة الأسمدة الفوسفاتيّة . يُحضَّر صناعيّاً بالطّريقة الحراريّة، حيثُ ترجعُ فلزّات الفوسفات بالكربون إلى فوسفور الذي يؤكسدُ مُعطِياً P_2O_5 خماسي أكسيد الفوسفور الذي يمتصُّ الماء مُعطياً حمضَ الفوسفور.
- الأسمدة هي موادّ طبيعيَّة أو مُصطَنعة تُضافُ إلى التّربة لتمدَّها بعنصرٍ غذائيّ أو أكثر، وتعويض ما تفقدُه التّربة من العناصر المُغذّية للنّبات وتزيدُ من خصوبة التّربة.منها الأسمدة الآزوتيّة (اليوريا – كبريتات الأمونيوم – نترات الصّوديوم – نترات الكالسيوم). منها الأسمدة الفوسفوريّة (السوبر فوسفات – السّوبر فوسفات المُضاعَف).
- الإسمنت مادّة تُستخدَمُ بالبناء، تحضَّر بسحق الموادّ الأوليّة (الغضار والرّمل)وخلطها بالنّسب المطلوبة، ثمَّ تسخينها للحصول على الكلنكر الذي يُمزَج بعدَ تبريده مع الجصّ، و يُسحَق الناتِج للحصول على الإسمنت .
- صناعة الزّجاج: توزن المواد الأولية (الرمل – كربونات الصوديوم – الحجر الكلسيّ – الكسارة) بنسبٍ مُعيّنة، ثمَّ يتمُّ خلطها و تُنقَل إلى الفرن ليتمَّ صهرُها وتتحوَّل إلى عجينة. لتشكَّلّ بعدةِ طرائق كالنفخ والتّشكيل الآلي ثمّ يبردُ الزّجاج المُتشكّل ببطءٍ في فرنٍ خاصّ عندَ الدّرجة $400 - 600^\circ C$، ثمّ تُصقَل قطعُ الزّجاج وتُنظّف لِتصبح جاهزةً للاستخدام.

أختبر نفسي

أولاً: أجب عن الأسئلة التّالية :

1. عدِّد مراحِل صِناعة الإسمنت.
2. ما الموادّ الأوّليّة التي تدخلُ في صناعة الزّجاج.
3. ما أهمّية الأسمدة للتربة الزّراعيّة.
4. أيّ سماد تختارُه لتسميد أرض فقيرة بالآزوت غنيّة بالبوتاسيوم من السّمادَين الآتيَين:

$CO(NH_2)_2$, KNO_3

ثانياَ: أعطِ تفسيراَ علميّاَ لكلٍّ ممّا يأتي :

1. يُحفظُ سماد نترات الكالسيوم بمزجه بنترات الأمونيوم.
2. يُستخدَم حمضُ الكبريت في تجفيف الغازات.
3. يُستخدَم فوسفات أُحاديّة الكالسيوم في الأسمدة الفوسفورية.

ثالثاَ: قارِن بينَ السّوبر فوسفات و السّوبر فوسفات المُضاعَف من حيثُ التّركيز والحبيبات التي يحتويها السّماد

رابعاَ: أكمِل المعادلاتِ الآتية, ثمَّ وازنها:

$$H_2SO_4 + SO_3 \longrightarrow$$
$$CaCO_3 + HNO_3 \longrightarrow$$
$$CO_2 + NH_3 \longrightarrow$$

خامسا: يتفاعَل 5 g من كربونات الكالسيوم مع حمض الكبريت المُمدَّد .المَطلوب :

1. اكتب المُعادَلة الكيميائيّة بشكل موزون.
2. احسب كتلةَ الراسب الناتج.
3. احسب عددَ مولات الحمض المتَفاعُل .
4. احسب حجمَ الغاز المُنطلِق في الشّرطَين النّظاميين.

(S:32 , H:1 , C:12 , O:16 , Ca:40)

تفكير ناقد

السّوبر فوسفات سماد غير مرغوبٍ فيه مُقارَنة بالسّوبر فوسفات المُضاعَف، فسّر ذلك.

أبحث أكثر

ابحثْ في مكتبةِ المدرسة و الشّابكة عن صناعة الأسمدة الكيميائيّة في سورية موضِّحاً:

1. أنواع الأسمدة الكيميائيّة المُصنَّعة .
2. الأثار السلبيّة لاستخدام الأسمدة الكيميائيّة في الزّراعة.
3. طرائق الاستفادة من الأسمدة الكيميائيّة في الزّراعة .

2 المَعادنُ والسّبائك

الأهداف:

* يَتعرَّفُ أشكالَ وجود بعض المَعادن في الطبيعة ومصادرها.
* يعرّفُ عمليّة التّعدين.
* يشرحُ استخراجَ المعادن من خاماتها.
* يَتعرَّف بنيةَ السّبائك.
* يذكرُ بعضَ خاصّيات السّبائك.

الكلمات المفتاحية:

* التعدين.
* السّبائك.

عرفَ الإنسانُ منذ آلاف السنين المَعادن التي تدخلُ في تركيب القشرة الأرضيّة، وتمكّنَ من استخراجها واستخدامها في صنع الأدوات والحلي، ومعَ التطوُّر الواسِع في الصّناعة تطوَّرَت عملياتُ استحصال المعادن من باطن الأرض لتلبّي احتياجاتِ المّصانع للموادّ الأوليّة ولدعم اقتصاد الدّول.

أشكالُ وجود بعض المعادن في الطّبيعة:

فلز البوكسيت

بلاتين متمركز في الصخر

عروق الذهب

نشاط (1):

- **ما أهمُّ المَعادن التي توجَدُ حرّةً في الطبيعة؟**
- **ما أهمُّ المعادن التي توجَدُ على شكل فلزّات؟**
- **ما الأشكالُ التي تأخذُها المعادنُ في القشرة الأرضيّة؟**

أستنتجُ

- يوجدُ الذّهب حرّاً في الطبيعة على شكل عروقٍ أو معَ الرّواسب الطينيّة، وقد يوجدُ البلاتين مُتمركِزاً في التّكوين الصّخريّ.
- توجَد بعضُ المعادن مثلُ الألمنيوم والحديد على شكل فلزّات طبقيّة.

نشاط (2):

أفسّرُ وجودَ الذّهب والبلاتين بشكلٍ حرٍّ في الطبيعة, بينَما الألمنيوم والحديد يوجَد على شكلِ مُركَّبات.

إثراء:

يتكوَّنُ الماءُ الملكيّ من مزيجٍ من حمضَي الآزوت وكلور الماء بنسبة 3:1، وسمِّيَ بالماء الملكيّ لقدرتِه على إذابة الذّهب.

التّعدين

للحصول على المعادِن من خاماتِها، لابدَّ من القيام بمجموعةِ عمليّات مُترابِطة تُدعَى التّعدين.

نشاط (3):

ما العملياتُ الأساسيّة في التّعدين؟

أستنتجُ:

يتضمَّنُ التّعدين العمليّات الآتية :

1. المُعالَجة الأوليّة:

تتضمَّنُ الحفرَ وتجهيز كمّيات من الصّخور التي تحتوي على كمّياتٍ كبيرةٍ ومُناسِبةٍ من المعدن.

2. المُعالَجة الآليّة والفيزيائيّة للفلزّات:

يُكسَّر الفلزّ إلى قطع صغيرةٍ بآلاتٍ خاصّة، ثمّ يمرَّرُ عليه تيارٌ مائيّ فيحملُ القسم الأكبر من الشّوائب.

3. المُعالَجة الكيميائيّة للفلزّات:

تهدفُ إلى الحصول على المَعدن من مُركّباته وتختلفُ بحسب نوع الفلزّ.

1. الفلزّ على شكل أُكسيد: يرجع بفحم الكوك وبوجود الحرارة، كما في إرجاع أكسيد النحّاس II.

$$2CuO + C \xrightarrow{\Delta} 2Cu + CO_2$$

2. الفلزّ على شكل كربونات: يتمُّ على مرحلتَين:

– تُسخَّنُ الكربونات مثل (كربونات النحّاس II) بوجود فحم الكوك فتتفكَّك وفقَ المُعادَلة الآتية:

$$CuCO_3 \xrightarrow{\Delta} CuO + CO_2$$

ثم يرجعُ الأكسيد بعدَها مُباشَرة بالكربون.

3. الفلزّ على شكل كبريتيد معدن:

– يُشوى الفلزّ لتحويله إلى أكسيد المعدن في أفرانٍ خاصّة، ثمّ يرجعُ الأكسيدُ بعدها بالكربون، كما في تعدين الزّنك من كبريتيد الزّنك.

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2$$

$$ZnO + C \xrightarrow{\Delta} Zn + CO$$

4. إرجاع الأكاسيد المعدنيّة بالألمنيوم:

يصعبُ إرجاع بعض المعادن بالكربون كالكروم والمنغنيز، لذلك يُستعمَل الألمنيوم في استحصالها من أكاسيدها.

$$Cr_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 2Cr$$

5. استحصال المَعادن بالتّحليل الكهربائيّ:

المعادن شديدةُ الفعاليّة كالصوديوم والألمنيوم يتمُّ استحصالها بالتّحليل الكهربائيّ لمُركّباتها.

تنقية المَعادن:

أصبحت الصّناعاتُ الحديثة بحاجةٍ ماسّة إلى المعادن بدرجةٍ عالية من النقاء لتلبية مُتطلَّبات التكنولوجيا الحديثة

نشاط (4):

كيفَ يُمكنُ الحصولُ على المعدن بدرجةٍ عالية من النّقاء؟

أستنتجُ: تُحضَّرُ المعادنُ على درجة عالية من النّقاء بعدّة طرائق، أهمُّها:

1. التقطير التّجزيئيّ: وتعتمدُ على الفرق بين درجة غليان المعدن ودرجة غليان شوائبه.
2. الانصهار المتبوع بالتّبريد الجزئيّ (إعادة البلّورة): وتعتمدُ على الفرق بينَ درجة تجمُّد المعدن ودرجة تجمُّد شوائبه، حيثُ يتمُّ صهرُ المعدن المُراد تنقيته، ثمَّ يبرَّد جزئيّاً فيتجمد جزءٌ من المعدن الصّرف ويرسبُ في أسفل الوعاء، بينَما تبقى الشّوائب في الجزء السّائل منه.
3. التنقية بنزع الشَّوائِب: وتتمُّ باستعمال معدنٍ مُنصَهر عديم الامتزاج بالمَعدن المُراد تنقيتُه، يقومُ بدور المُحِلّ للشّوائب.

إثراء:

تعدينُ الذّهب:

الذّهب من أهمّ المعادن الثّمينة الموجودة على سطح الأرض في الوقت الحالي، استُخدِمَ كوحدةٍ للتّعامُل التّجاريّ وشراء البضائع في كثير من الأماكن، كما استُخدِمَ في صناعة الحليّ والصّناعات الإلكترونيّة المُتطوّرة (صناعة المُعالَجات).

طرائقُ استخراج الذّهب

تختلفُ طرائقُ استخراج الذّهب بحسب نوع الرّواسب العالِقة فيه ومنها:

1. **طريقةُ الطّفو:** وتكونُ بعدَ طحنِ خام الذّهب وغربلتِه ومُعالَجته بالتعويم أو الطفو لفصله عن باقي المعادن.

2. **طريقة السّيانيد:** تتمّ من خلال رشّ المادّة الخام بمحلول السّيانيد الذي يقومُ بإذابة الذّهب، ومن ثمَّ يُمرَّر على أعمدةٍ تحتوي حُبيبات الكربون ليترسَّبَ الذّهب، وتعدُّ هذه الطّريقة الأفضل نظراً لكفاءَتها في عمليّة الاستخلاص بنسبة 96%، ولكن كمّية المُلوّثات الضّارة بالبيئة النّاتِجة عنها كبيرة، وكلفتُها قليلة وبالإمكان إعادة تدوير الموادّ المُستخدَمة في عمليّة الاستخراج مرّة أخرى.

3. **طريقةُ الماءِ المالكيّ:** تحتاجُ إلى علمٍ ومعرفةٍ بعمليّة ترسيب الذّهب، وهي خطِرةُ نظراً للغازات المُستخدَمة فيها.

4. **طريقةُ الزئبق:** وتشكّلُ ما نسبتُه 100% من حيثُ الكفاءَة . إلاّ أنَّ أبرزَ عيوبِها الكلفةُ العالية وخطورةُ استرجاع الذّهب.

السّبائك

تحتاجُ صناعةُ الطّائرات إلى معدنٍ خفيفٍ ومتينٍ، ولا تتوافرُ هذه الخاصّيات في معدنٍ واحدٍ، كيفَ يُمكنُ تحقيق ذلك؟

نشاط (5):

1. **ما الغايةُ من صناعة السّبائك؟**
2. **ممّا تتكوَّن السّبيكة؟**

أستنتجُ

- تتطلّبُ الصّناعات الحديثة موادّ أوليّة تتوافرُ فيها خاصّياتٌ فيزيائيّة وآليّة لا تتوافرُ في المعادن النقيّة وحدها، لذلك لجأَ العلماء إلى صناعة السّبائك .
- تتكوَّنُ السبيكة من معدنَين أو أكثر، وقد يكونُ أحدُ عناصرِها من اللامعادن كالكربون.

إثراء:

جدولٌ يُبيّنُ بعضَ أنواعِ السّبائك، نسبها، مُكوّناتها، و استخداماتها:

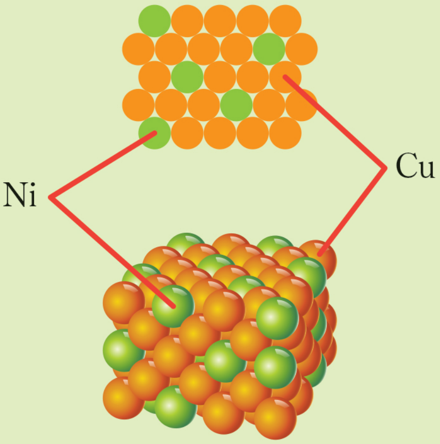
السّبيكة	نسبُ مكوناتها	استخداماتها
الفولاذ غير القابِل للصّدأ.	74% حديد 18% كروم 8% نيكل.	صناعة أدوات المائدة.
الألمنيوم القاسي(الدورالومين)	95% ألمنيوم 4% نحاس 1% مغنزيوم ومنغنيز وسيليكون	صناعة الطائرات والسّيارات وغيرها.
الفولاذ	99% حديد 1% كربون	صناعات عديدة.
الميخور	50% نحاس 25% نيكل 25% زنك	يستعملُ في الأفران الكهربائيّة.
البرونز	85% نحاس 15% قصدير	صناعة الأجراس والتماثيل.
خليطة حروف الطباعة.	55% نحاس 25% أنتموان 20% قصدير	صناعة حروف الطّباعة.
خليطة النّحاس الأصفر	66% نحاس 34% زنك	صناعة الصمامات والأنابيب

إضاءة

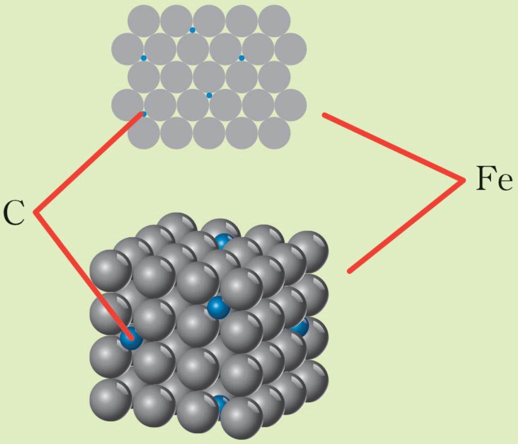
بنية السّبائك:

تصنَّفُ السّبائك من حيثُ بنيتُها إلى:

1. الخليط الميكانيكيّ: تتكوَّنُ السّبيكة من خليطٍ من بلّورات العناصِر الدّاخلة في تركيبها كما في سبيكة رصاص وقصدير.
2. المحلول الصّلب: تتكوَّن السّبيكة عندئذٍ من شبكةٍ بلوريّة واحدة، فيها ذرّاتُ العناصر المُكوّنة للسبيكة كما في سبيكة المحلول الصّلب.
3. المُركَّب الكيميائيّ: مثل الزنّك مع النّحاس حيث يتشكَّلُ مُركَّب ($Cu . Zn_2$) من بلّورات الزّنك والنّحاس ($Cu . Zn$)



المحلول الصلب


الخليط المكانيكي

خاصّيات السّبائك:

1. درجة انصهار السّبائك غالباً أخفض من درجة انصهار المعادن الداخلة في تركيبها.
2. المُقاوَمة الكهربائيّة للسّبيكة أعلى من مُقاوَمة العناصر الدّاخلة في تركيبِها.
3. السّبيكة أكثرُ قَساوةً وأقلُّ مرونةً من العناصر الدّاخلة في تركيبها, لكنَّها أكثرُ قابلية للكسر وأقلُّ قابليّة للسّحب والتّصفيح.
4. السّبائك أقلّ نشاطاَ كيميائيّاَ من العناصر الدّاخلة في تركيبها.

نشاط (6):

تُستخدَم سبيكة الستانلس ستيل التي تتألَّفُ من الحديد والكروم والكربون في صناعة أدوات المائدة. قارِن بينَها و بين الحديد من حيثُ النّشاطُ الكيميائيّ.

إثراء:

يُعادُ تدويرُ مُخلّفات المَعادن كالألمنيوم والصّلب، فيقلُّ استنزافُ الموارد الطّبيعة، ويقلّلُ من الاحتباس الحراريّ، حيثُ تُصهَرُ علبُ الألمنيوم للمشروبات الغازيّة في مَسابكَ لتُصنعَ منها ألواح الألمنيوم المُستخدَمة في المنازل وبعض قطع للسيارات. ويعدُّ الحديد الصّلب من المُخلّفات التي يمكنُ تدويرُها وإعادةُ تصنيعها بنسبة 100%.

تعلّمت

تأخذُ المَعادن أشكالاً مُختلِفة في القشرة الأرضيّة بحسب الظّروف الجيولوجيّة التي تكوّنت خلالَها، ويُمكنُ تحديدُ هذه الأشكال وفقَ ما يأتي (العروق – معادن مُتمركِزة في التّكوين الصّخريّ – خامات طباقيّة – معادن في الرّواسِب الطينيّة).

- التعدينُ هو مجموعةُ أعمالٍ مُترابِطة لاستخراج وتنقية الرّواسِب والخامات المعدنيّة من القشرة الأرضيّة.
- تتضمَّنُ عمليات التّعدين عدَّة مراحِل تتضمَّنُ (المُعالَجة الأوليّة – المُعالَجة الفيزيائيّة – المُعالَجة الكيميائيّة والتي تختلفُ بحسبِ نوع الفلز) يلي ذلك تنقية المعدن باستخدام التّحليل الكهربائيّ .
- تُحضَّر المعادن على درجةٍ عاليةٍ من النّقاء لتلبّي مُتطلّبات التكنولوجيا الحديثة بعدَّةِ طرائق، أهمُّها: (التّقطير التّجزيئي – الانصهار المتبوع بالتبريد الجزئيّ – التّنقية بنزع الشّوائب).
- الصناعات الحديثة تتطلَّبُ موادَّ أوليّة تتوافرُ فيها خاصياتّ فيزيائيّة وآلية لا تتوافرُ في المَعادن النقيّة لوحدها، لذلك لجأ العلماء إلى صناعة السّبائك.
- تتكوّنُ السبيكة من مَعدنَين أو أكثر وقد يكونُ أحدُ عناصرِها من اللا معادن .
- تصنَّفُ بنية السّبائك في (الخليط الميكانيكيّ – المحلول الصّلب – المُركَّب الكيماويّ).
- تختلفُ الخاصّيات الآليّة والفيزيائيّة للسّبائك عن خاصّيات المعادن الدّاخِلة في تركيبها فهي أكثر قساوةً وأقلّ مرونةً، لكنّها أكثرُ قابليّة للكسر وأقلّ قابلية للسّحب والتّصفيح،أخفض درجةَ انصهارٍ، مُقاومتُها الكهربائيّة عاليةٌ، وأيضاَ أقلّ نشاطاً كيميائيّاً.

أختبر نفسي

أولاً : اخترِ الإجابةَ الصّحيحة للجمل الآتية :

1. من المعادن التي توجدُ في الرَّواسب الطينيّة:

a. الحديد. b. الذهب. c. الألمنيوم. d. النّحاس.

2. يرجع أكسيد الكروم (Cr_2O_3) الصّعب الانصهار :

a. بالكربون. b. بالحديد. c. بالنّحاس. d. بالألمنيوم.

3. يُمكنُ الحصول على معدنٍ بدرجةٍ عالية من النّقاء عن طريق:

a. التقطير التّجزيئي. b. التقطير. c. التّحليل الكهربائيّ. d. إرجاع أكاسيدها.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. صعوبة استحصال الألمنيوم من خاماته.
2. تجمُّع الذّهب في قاع أوعية الغربلة.
3. تفضّل السّبائك على المَعادن النقيَّة في الصّناعات.

ثالثاً: قارِن بينَ السّبائك والمَعادن من حيثُ القساوة والمتانة والمقاومة الكهربائيّة.

رابعاً: حلّ المسألتَين الآتيتَين:

المسألة الأولى :

سبيكة مُكوّنة من نُحاسٍ وحديدٍ، كتلتُها 24 g ، يضافُ إليها كمّيةٌ مُعيّنة من حمض كلور الماء ذي التركيز $0.5\ mol.L^{-1}$ ، فينتجُ غازٌ حجمُه في الشّرطَين النّظاميَّين 6.72 L .

المطلوب:

1. اكتب مُعادَلة التّفاعُل الحاصِل.
2. احسب النّسبة المئويّة لكلّ من الحديد والنّحاس في السبيكة .
3. احسب حجمَ حمض كلور الماء المتَفاعِل.

(Cu: 63.5 , Cl: 35.5 , Fe: 56 , H: 1)

المسألة الثانية :

يتفكّكُ 8 g من فلز السيدريت (كربونات الحديد II) بالحرارة، يعالَجُ ناتجُ التّفكُّك بأُحادي أكسيد الكربون حتّى تمام الإرجاع، ثمَّ يلقَى النّاتِج في مقياس الغاز الذي يحوي حمضَ الكبريت المُمدَّد، فينطلقُ غازٌ حجمُه بالشّرطين النّظاميّين 1.12 L . المطلوب :

1. اكتب مُعادَلات التّفاعُل الحادِثة.
2. احسبِ النّسبة المئويّة لكربونات الحديد II في الفلز.

(O: 16 , Fe: 56 , C: 12)

تفكير ناقد

كيف يُمكنُ تغيير الخاصّيات الآليّة والفيزيائيّة للسّبائك؟

أبحث أكثر

ابحثْ في مكتبةِ مدرستِك أو في الشّابكة عن تحضير السّبائك و أهمّيتها في الصّناعة.

أسئلة الوحدة

أولاً: ضع إشارة صح أو غلط أمام العبارات الآتية، وصحح المغلوط فيها:

1. (   ) حمض الآزوت المدخن ينتج من انحلال غاز NO في حمض الآزوت الممدّد والساخن.
2. (   ) يسحق مزيج الكلنكر مع الجص ويتشكَّلُ الإسمنت.
3. (   ) الأوليوم هو الحمض الناتج عن امتصاص حمض الكبريت المركز لغاز SO_2.

ثانياً: أجِب عن الأسئلة الآتية:

1. ما وظيفةُ مضّخةِ إعادة التّدوير عندَ صناعة غاز النّشادر؟
2. عدّد المواد الخامّ الضّرورية في صناعة الزّجاج؟
3. بيّن أهمّية الأسمدة للتّربة، ثمّ اذكر بعضَ أنواع الأسمدة الآزوتيّة.
4. عدِّد مراحلَ صناعةِ الإسمنت.
5. ما التّعدين، عَدِّدْ مراحلَه.
6. تُحضَّر المعادن على درجةٍ عالية من النّقاء بطريقةِ إعادة البلورة، كيفَ يتمُّ ذلك؟

ثالثاً: قارن بينَ السّبائك والمعادن الدّاخلة في تركيبها من حيثُ النّشاط الكيميائيّ، المُقاوَمة الكهربائيّة، القساوة، قابليّة السّحب والطّرق.

رابعاً: أتمِمْ ووازِن التّفاعُلات الآتية:

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow$$

$$2KCl + H_2SO_4 \longrightarrow$$

$$CaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow$$

$$H_2S_2O_7 + H_2O \longrightarrow$$

خامساً: حلَّ المسائل الآتية

المسألة الأولى :

سبيكةُ نحاس وزنك، كتلتُها 20 g، نعاملُها بكمّيةٍ كافية من محلول حمض كلور الماء، فينطلقُ غازٌ حجمُه بالشّرطين النّظاميّين 2.24 L.

المطلوب:

1. اكتبْ معُادَلة التّفاعُل الحادِثة بشكل موزون.
2. احسبْ النّسبَ المئويّة لكلٍّ من الزّنك والنّحاس في السبيكة.
3. احسبْ تركيز المحلول الحمضيّ المتَفاعِل بفرضِ أنَّ الحجمَ المُستخدَم منه 100 ml.

(Cl:35.5, Zn:65, Cu:64, H:1)

المسألة الثانية :

يُعالَج طنٌّ من كربونات النّحاس الأساسيّة $CuCO_3 . Cu(OH)_2$ المحتوية على 25% شوائب بالكربون في فرنٍ خاصّ للحصول على النّحاس.

المطلوب:

1. اكتب مُعادَلات التفّاعُلات الحاصلة.
2. احسب كتلةَ النّحاس الناتِج .

(Cu:63.5 , C:12 , O:16 , H:1)

المسألة الثالثة :

يرادُ الحصولُ على طنٍّ من الزّنك الصّرف من فلز بلاند، الذي يحوي 80% من ZnS ، وذلك بشيّه ثمَّ إرجاعه بالكربون. المطلوب:

1. اكتب مُعادَلات التّفاعُل الحاصِلة.
2. احسب كتلةَ البلاند المُستعمَل.
3. احسب كتلة فحم الكوك اللاّزم، معَ العلم أنّ فحمَ الكوك المُستعمَل يحوي 85% من الكربون.

(Zn = 65 , S = 32 , C = 12)

مشروع صناعات

سورية غنيّة بالمـوادّ الأوليّـة الخـام، التـي اسـتُخدِمت فـي الكثيـر مـن الصّناعـات، ومـع التطـوُّر العلمـيّ تـمّ التوسُّـع بالصّناعـات الكيميائيّـة التـي حـدّدت مـدى تقـدُّم المُجتمَـع وتطـوُّره.

هدف المشروع:

- التعرُّف إلى إحدى الصّناعات في سورية.

مراحل المشروع:

أولاً التّخطيط:

- التعرّف إلى الموادّ الأوليّة في هذه الصّناعة.
- التعرُّف إلى مراحل عمل المُنشأة والتّفاعُلات الكيميائيّة في كلّ مرحلة.
- التعرُّف إلى المُنتجات وأهمّيتها الاقتصاديّة.
- اقتراح طرائقٍ لتطوير عمل المُنشأة.
- اقتراح حلولٍ لمُعالَجة تلوُّث البيئة من مُخلَّفات الصّناعة.

ثانياً التنفيذ:

- توزيعُ طلاب الصفّ إلى مجموعات.
- تحديدُ مهمّة كلّ مجموعة.
- القيام برحلةٍ علميّة إلى إحدى المُنشآت الصّناعيّة القريبة، أو القيام برحلةٍ إلكترونيّة عبر الشّابكة.

المجموعة	الصّناعة	اسم المُنشأة	موقع المُنشأة
الأولى	الدّهان		
الثّانية	الصّابون		
الثّالثة	الإسمنت		
الرّابعة	الزّجاج		
الخامسة	الأسمدة		

- تبادُل المعلومات بينَ المجموعات.
- تسليم نسخةٍ ورقيّة من البحث أو نسخة إلكترونيّة.

ثالثاً التّقويم:

مُناقَشة النتائجِ التي تمَّ التوصُّل إليها، وإعداد تقريرٍ كاملٍ عن الصّناعة خلالَ مدَّة عشرين يوماً.

الجدول الدوري

الهيدروجين	معادن أخرى
معادن قلوية	لا معادن
معادن ترابية قلوية	غازات نبيلة (خاملة)
معادن انتقالية	معادن انتقالية داخلية (نادرة)

العدد الذري → 11
الالكترونات في كل مستوى طاقي ← 2 8 1
Na ← رمز العنصر
Sodium ← اسم العنصر
22.98976928 ← متوسط الكتلة الذرية

	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	1 H Hydrogen 1.00794																	2 He Helium 4.002602
2	3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012182											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.0107	7 N Nitrogen 14.0067	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.9984032	10 Ne Neon 20.1797
3	11 Na Sodium 22.98976928	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminium 26.9815386	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.065	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
4	19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.9559	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938045	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933195	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.729	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.9216	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
5	37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.9063	42 Mo Molybdenum 95.96	43 Tc Technetium [98]	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.293
6	55 Cs Caesium 132.9054519	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanoids	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.94788	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.966569	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.9804	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]
7	87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103 Actinoids	104 Rf Rutherfordium [267]	105 Db Dubnium [268]	106 Sg Seaborgium [271]	107 Bh Bohrium [272]	108 Hs Hassium [270]	109 Mt Meitnerium [276]	110 Ds Darmstadium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Uut Ununtrium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium [288]	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium [294]	118 Uuo Ununoctium [294]

سلسلة اللانثينيدات

57 La Lanthanum 138.90547	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium [145]	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.9253	66 Dy Dysprosium 162.5	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu Lutetium 174.9668

سلسلة الأكتينيدات

89 Ac Actinium [227]	90 Th Thorium 232.03806	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.02891	93 Np Neptunium [237]	94 Pu Plutonium [244]	95 Am Americium [243]	96 Cm Curium [247]	97 Bk Berkelium [247]	98 Cf Californium [251]	99 Es Einsteinium [252]	100 Fm Fermium [257]	101 Md Mendelevium [258]	102 No Nobelium [262]	103 Lr Lawrencium [262]

الكيمياء الكهربائية

مهبط / قطب موجب	Anode
توازن / ميزان	Balance
مدخرة	Battery
مصعد / قطب سالب	Cathode
خلية	Cell
كمون الخلية	Cell Potential
كيميائي	Chemical
تركيز	Concentration
تحليل كهربائي	Electrolysis” Electrical analysis “
شحنة كهربائية	Electrical charge
مسرى	Electrode
كمون المسرى	Electrode Potential
تفاعل التحليل الكهربائي	Electrolysis reaction
خلية التحليل الكهربائي	Electrolytic cell
قوة محركة كهربائية	"Electron motion force "emf
معادلة	Equation
دارة كهربائية خارجية	External circuit
ثابت فارادای	Faraday constant
خلية وقود	Fuel Cell
خلية غلفانية	Galvanic Cell
نصف الخلية	Half-cell
نصف التفاعل	half-Reaction
غشاء	Membrane
شروط غير قياسية	Nonstandard Conditions
عدد الإلكترونات	Number of electrons
أكسدة	Oxidation
نصف تفاعل الأكسدة	Oxidation half reaction

رقم الأكسدة	Oxidation number
حالة الأكسدة	Oxidation state
عامل مؤكسد	" Oxidizing agent " oxidant
كمون، جهد	Potential
فرق كمون / فرق جهد	Potential Difference
الطاقة الكامنة	Potential energy
تفاعل	Reaction
يرجع	Reduce
عامل مرجع	"Reducing agent "reductant
إرجاع	Reduction
نصف تفاعل الإرجاع	Reduction half reaction
جسر ملحي	Salt bridge
غشاء نصف نفوذ	Semipermeable membrane
تفاعل تلقائي	Spontaneous reaction
كمون القياسي للخلية	Standard Cell Potential
شروط قياسية	Standard Conditions
القوة المحركة الكهربائية القياسية	Standard emf
مسرى الهدروجين القياسي	standard hydrogen electrode" “SHE
كمون الإرجاع القياسي	Standard reduction potential
معايرة	Titration
انتقال الإلكترونات	Transfer of electrons
خلية فولط	Voltaic Cell

الكيمياء الحرارية

طاقة الرابطة	Bond Energy
طاقة كيميائية	Chemical Energy
ماص للحرارة	Endothermic
انتالبية التكون / التشكل	Enthalpies of Formation
انتالبية	Enthalpy

الكيمياء الحرارية

تغير الانثالبية	Enthalpy change
انثالبية الاحتراق	Enthalpy of Combustion
انثالبية التفكك	Enthalpy of Decomposition
انثالبية الرابطة	Enthalpy of Bond
انثالبية التعديل	Enthalpy of Neutralization
انثالبية الانحلال	Enthalpy of Solubility
ناشر للحرارة	Exothermic
حالة نهائية	Final state
حرارة	Heat
طاقة حرارية	Heat Energy
حرارة الاحتراق	Heat of Combustion
حرارة التفكك	Heat of Decomposition
حرارة التكون	Heat of formation
حرارة التعديل	Heat of Neutralization
قانون هسّ	Hess's Law
حالة بدائية	Initial state
طاقة داخلية	Internal energy
حرارة الانحلال	Heat of Solubility
تغير الانثالبية القياسية	Standard enthalpy change
انثالبية التكون القياسية	Standard enthalpy of formation
محتوى حراري	Thermal content
أثر حراري	Thermal effect
كيمياء حرارية	Thermochemistry
ترموديناميك	Thermodynamic
مقياس حرارة	Thermometer

الكيمياء العضوية

تفاعل إضافة / ضم	Addition reaction
ألكان	Alkane
ألكِن	Alkene
ألكين	Alkyne
هدروكربونات حلقية غير مشبعة	Aromatic hydrocarbons
ذرة	Atom
درجة غليان	Boiling-Point
سلسلة	Chain
رابطة ثنائية	Double bond
صيغة	Formula
هدروكربون	Hydrocarbon
جزيئة	Molecule
تسمية	Nomenclature
كيمياء عضوية	Organic Chemistry
مركب عضوية	Organic compound
مادة عضوية	Organic material
رابطة أحادية	Single bond
بنية	Structure
تفاعل استبدال	Substitution reaction
رابطة ثلاثية	Triple bond

قسم الصناعات

سبيكة	Alloy
أمونيا/ نشادر	Ammonia
إسمنت	Cement
مازوت (وقود الشاحنات)	Diesel
تقطير	Distillation
سماد	Fertilizer
تقطير تجزيئي	Fractional distillation
وقود	Fuel
بنزين (وقود السيارات الصغيرة)	(Gasoline (Petrol
زجاج	Glass
التعدين	Mining
غاز طبيعي	Natural gas
حمض النتروجين/حمض الآزوت	Nitric acid
سماد آزوتي	Nitrogen fertilizer
نفط	Oil
أوليوم $H_2S_2O_7$	Oleum
حمض الفوسفور	Phosphoric acid
سماد فوسفوري	Phosphoric fertilizer
مادة أولية/ مادة خام	raw material
حمض الكبريت	Sulfuric acid